

**JP2001312225**

**Publication Title:**

Image display medium, image-forming method and image-forming apparatus capable of repetitive writing on the image display medium

**Abstract:**

Provided are an image display medium which satisfies, a safety and a high-speed response and which is capable of repetitive rewriting, an image-forming method in which an image can be formed on the image display medium, and an image-forming apparatus. An image display medium is formed by interposing black particles and white particles between a display substrate and a non-display substrate made of a dielectric. A printing electrode first applies an AC voltage to frictionally charge the black and white particles, and then applies a DC voltage adapted to an image between the substrates. The black particles adhered to a portion (non-image portion) to which the voltage of the display substrate is applied are moved to the non-display substrate

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-312225

(P2001-312225A)

(43)公開日 平成13年11月9日(2001.11.9)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

データベース(参考)

G 0 9 F 9/37

G 0 9 F 9/37

Z 5 C 0 9 4

G 0 2 F 1/167

G 0 2 F 1/167

G 0 3 G 17/04

G 0 3 G 17/04

審査請求 未請求 請求項の数51 O L (全 34 頁)

(21)出願番号 特願2000-165138(P2000-165138)

(71)出願人 000005496

(22)出願日 平成12年6月1日(2000.6.1)

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(31)優先権主張番号 特願平11-206807

(72)発明者 山口 善郎

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

(32)優先日 平成11年7月21日(1999.7.21)

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(33)優先権主張国 日本(J P)

(72)発明者 町田 義則

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

(31)優先権主張番号 特願2000-46369(P2000-46369)

テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(32)優先日 平成12年2月23日(2000.2.23)

(74)代理人 100079049

(33)優先権主張国 日本(J P)

弁理士 中島 淳 (外3名)

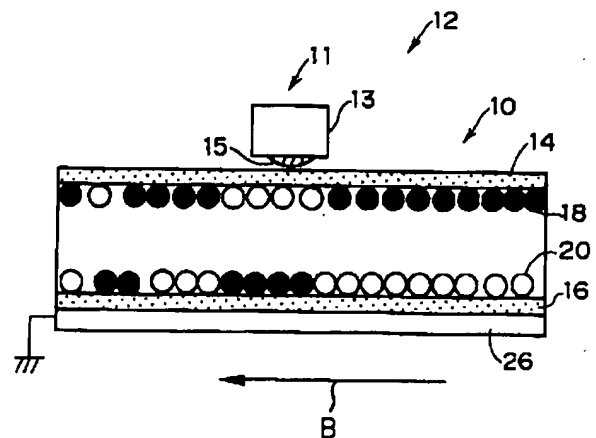
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像表示媒体、画像形成方法、及び画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 安全性及び高速応答性を満足すると共に、繰返し書換えが可能な画像表示媒体、前記画像表示媒体に画像を形成することができる画像形成方法、及び画像形成装置を提供する。

【解決手段】 画像表示媒体10は誘電体から成る表示基板14と非表示基板16との間に黒色粒子18及び白色粒子20が封入されて構成されている。印字電極11は最初に交流電圧を印加し、黒色粒子18、白色20を摩擦帯電させる。次に画像に応じた直流電圧を基板間に印加する。表示基板14の電圧が印加された部分(非画像部)に付着していた黒色粒子18は非表示基板16側に移動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板と、

印加された電界により前記基板間を移動可能に前記基板の間に封入されると共に、色及び帯電特性が異なる複数種類の粒子群と、

を含む画像表示媒体。

【請求項2】 前記粒子群のうち少なくとも2種類の粒子群は、印加された電界により互いに逆方向に移動することを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項3】 前記基板間に封入された前記複数種類の粒子群の充填率が0.1%以上50%以下であることを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項4】 前記粒子群の粒子は、各粒子群の平均粒子径を $2r$ としたとき、平均帯電量が $\pm 5 \times (r^2/10^2) \text{ fC/個}$ 以上、 $\pm 150 \times (r^2/10^2) \text{ fC/個}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項5】 前記粒子群のうち少なくとも1種類の粒子の表面に添加剤を含有し、該添加剤が $\text{TiO}(\text{OH})_2$ とシラン化合物との反応で得られるチタン化合物を含有することを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項6】 前記粒子群のうち少なくとも1種類が磁性を帯びていることを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項7】 前記基板の間が、所定形状に仕切られたセル構造となっていることを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項8】 前記基板の間が、所定形状に仕切られたセル構造となっており、かつ前記粒子群が多色画像を形成する複数の各色毎に前記セルに封入されたことを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項9】 前記一対の基板上にマトリックス電極を形成したことを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項10】 前記一対の基板の一方の基板上に画素電極を形成し、他方の基板上に電極を形成したことを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項11】 前記一対の基板の一方の基板上に光導電性層を形成したことを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項12】 前記一対の基板の一方の基板上に光導電性層が形成され、かつ前記粒子群のうち少なくとも1種類が光導電材料を含むことを特徴とする請求項1記載の画像表示媒体。

【請求項13】 前記請求項1記載の画像表示媒体に画像を形成する画像形成方法であって、  
潜像担持体上に画像に応じた静電潜像を形成し、  
前記画像表示媒体が間に位置可能に前記潜像担持体と対向する位置に配置された対向電極と前記潜像担持体との間に電界を発生させることにより前記画像表示媒体に画

像を形成する画像形成方法。

【請求項14】 前記請求項1記載の画像表示媒体に画像を形成する画像形成装置であって、  
前記一対の基板間に画像に応じた電界を発生させる電界発生手段を備えた画像形成装置。

【請求項15】 前記請求項11記載の画像表示媒体に画像を形成する画像形成装置であって、  
前記一対の基板間に電圧を印加する電圧印加手段と、  
画像に応じたパターンに形成された透過パネルと、  
前記透過パネルに光を照射する光源と、  
を備えた画像形成装置。

【請求項16】 前記請求項1記載の画像表示媒体に画像を形成する画像形成装置であって、  
潜像担持体と、  
前記潜像担持体上に画像に応じた静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、  
前記画像表示媒体が間に位置可能に前記潜像担持体と対向する位置に配置され、前記潜像担持体との間に電界を発生させるための対向電極と、  
を有する画像形成装置。

【請求項17】 前記対向電極はバイアス電圧が印加されることを特徴とする請求項16に記載の画像形成装置。

【請求項18】 画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを入力するための入力手段と、  
前記入力手段による入力結果が前記画像記録媒体の場合に、前記静電潜像形成手段により形成された静電潜像をトナーにより現像する現像手段と、  
前記現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に転写する転写手段と、  
前記画像記録媒体に転写されたトナー像を定着させる定着手段と、をさらに備えたことを特徴とする請求項16に記載の画像形成装置。

【請求項19】 画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを検出するための媒体検出手段と、  
前記入力手段による入力結果が前記画像記録媒体の場合に、前記静電潜像形成手段により形成された静電潜像をトナーにより現像する現像手段と、  
前記現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に転写する転写手段と、  
前記画像記録媒体に転写されたトナー像を定着させる定着手段と、をさらに備えたことを特徴とする請求項16記載の画像形成装置。

【請求項20】 画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを入力するための入力手段と、  
前記入力手段による入力結果が前記画像記録媒体の場合に、前記静電潜像形成手段により形成された静電潜像を

トナーにより現像する現像手段と、  
前記現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に転写する対向電極と、

前記画像記録媒体に転写されたトナー像を定着させる定着手段と、をさらに備えたことを特徴とする請求項16に記載の画像形成装置。

【請求項21】 画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを入力するための入力手段と、

前記入力手段による入力結果が前記画像記録媒体の場合に、前記静電潜像形成手段により形成された静電潜像をトナーにより現像する現像手段と、

前記現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に転写する対向電極と、

前記画像記録媒体に転写されたトナー像を定着させる定着手段と、をさらに備え、

前記入力手段による入力結果が前記画像表示媒体の場合に、前記定着手段による定着処理を行わないことを特徴とする請求項16に記載の画像形成装置。

【請求項22】 画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを入力するための入力手段と、

前記入力手段による入力結果が前記画像記録媒体の場合に、前記静電潜像形成手段により形成された静電潜像をトナーにより現像する現像手段と、

前記現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に転写する対向電極と、

前記画像記録媒体に転写されたトナー像を定着させる定着手段と、

前記入力手段による入力結果が前記画像表示媒体の場合に、前記現像手段による現像を停止する現像停止手段と、

をさらに備えたことを特徴とする請求項16に記載の画像形成装置。

【請求項23】 前記粒子群を予め帯電させる帯電手段をさらに備えたことを特徴とする請求項16記載の画像形成装置。

【請求項24】 前記粒子群を予め帯電させる帯電手段をさらに備え、前記帯電手段は、前記基板に直流電圧及び交流電圧の少なくとも一方を印加することを特徴とする請求項16記載の画像形成装置。

【請求項25】 前記粒子群を予め帯電させる帯電手段として、前記基板を振動させる振動手段をさらに備えたことを特徴とする請求項16記載の画像形成装置。

【請求項26】 前記粒子群を予め帯電させる帯電手段として前記基板を振動させる振動手段をさらに備え、前記請求項6記載の画像表示媒体を予め帯電させる場合、前記振動手段は、前記基板に交番磁界を印加することを特徴とする請求項16に記載の画像形成装置。

【請求項27】 印加された電界により前記基板間を移

動可能に前記基板の間に封入されると共に、色及び帯電特性が異なる複数種類の粒子群とを含む画像表示媒体の前記複数種類の粒子群に、画像情報に応じた電界を付与する直前に交番電界の付与を行なうことを特徴とする画像形成方法。

【請求項28】 前記交番電界を画像表示媒体の全面に同時に付与することを特徴とする請求項27記載の画像形成方法。

【請求項29】 行単位の電界付与を行なうシーケンスにより画像情報に応じた電界を付与する直前に交番電界の付与を行なうことを特徴とする請求項27記載の画像形成方法。

【請求項30】 前記交番電界の振幅は時間経過とともに漸減することを特徴とする請求項27記載の画像形成方法。

【請求項31】 交番電界の電圧波形が矩形であることを特徴とする請求項27記載の画像形成方法。

【請求項32】 第1の部材と、  
前記第1の部材に対向して配置された第2の部材と、  
前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、前記第1の部材と前記第2の部材との間に印加される電界により前記第1の部材側に移動する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、前記第1の部材と前記第2の部材との間に印加される電界により前記第2の部材側に移動する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項33】 第1の部材と、  
前記第1の部材に対向して配置された第2の部材と、  
前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、正または負に帯電しうる第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、前記第1の粒子とは異なる極性に帯電しうる第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項34】 第1の部材と、  
前記第1の部材に対向して配置された第2の部材と、  
前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が絶縁性の性質を有し、正に帯電しうる第1の粒子と、  
前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が絶縁性の性質を有し、負に帯電しうる第2の絶縁性粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項35】 第1の部材と、  
前記第1の部材に対向して配置された第2の部材と、  
前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が絶縁性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が電子輸送性または正孔輸送性

の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項36】 導電性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、正孔輸送性または電子輸送性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が絶縁性の性質を有し、正又は負に帯電する第1の粒子と、前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が導電性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項37】 正孔輸送性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、絶縁性または正孔輸送性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が絶縁性の性質を有し、正又は負に帯電する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項38】 電子輸送性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、電子輸送性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が絶縁性の性質を有し、正に帯電する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項39】 絶縁性または電子輸送性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、絶縁性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が絶縁性の性質を有し、正又は負に帯電する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項40】 電子輸送性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、電子輸送性または絶縁性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、正に帯電する、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、第1の粒子とは異なる色であって、負に帯電する、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項41】 絶縁性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、絶縁性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、正に帯電する、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、第1の粒子とは異なる色であって、負に帯電する、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項42】 第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置される第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項43】 電子輸送性又は絶縁性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、電子輸送性または絶縁性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第1の粒子と、前記空間内に封入され、第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が導電性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項44】 正孔輸送性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、正孔輸送性または絶縁性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有し、正に帯電する第1の粒子と、前記空間内に封入され、第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有し、負に帯電する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項45】 絶縁性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、絶縁性の性質を有する第2の部材と、前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有し、正に帯電する第1の粒子と、前記空間内に封入され、第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有し、負に帯電する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項46】 正孔輸送性又は絶縁性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、絶縁性または正孔輸送性の性質を有する第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項47】 導電性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、導電性または絶縁性の性質を有する第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が絶縁性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項48】 正孔輸送性の性質を有する第1の部材と、

前記第1の部材に対向して配置され、電子輸送性の性質を有する第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が絶縁性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項49】 導電性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、正孔輸送性、導電性または絶縁性の性質を有する第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が正孔輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項50】 正孔輸送性の性質を有する第1の部材と、

前記第1の部材に対向して配置され、電子輸送性の性質を有する第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が正孔輸送性または電子輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【請求項51】 導電性の性質を有する第1の部材と、前記第1の部材に対向して配置され、電子輸送性、導電性または絶縁性の性質を有する第2の部材と、

前記第1の部材と前記第2の部材との間に設けられた空間内に封入され、少なくとも表面が導電性の性質を有する第1の粒子と、

前記空間内に封入され、前記第1の粒子とは異なる色であって、少なくとも表面が電子輸送性の性質を有する第2の粒子とを含む画像表示媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像表示媒体、画像形成方法、及び画像形成装置に係り、特に、繰り返し書き換えが可能な画像表示媒体、該画像表示媒体に画像を形成する画像形成方法、及び画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、所謂電子ペーパーと言われる繰り返し書き換えが可能な画像表示技術として、着色粒子の回転(Twisting Ball Display)、電気泳動、サーマルリライタブル、メモリ性を有する液晶、エレクトロクロミー等の技術が知られている。前記表示技術の内、サーマルリライタブル媒体、メモリ性液晶などは、画像のメモリ性には優れるが、表示面を紙のように十分な白表示とすることができず、そのため画像を表示した場合に、画像を表示した部分と表示しない部分との区別を目視で確認ににくい、すなわち、画質が悪くなるという問題があった。

【0003】また、Twisting Ball Displayは表示のメモリ性もあり、画像表示媒体の内部は、粒子周囲のキャビティにのみオイルが存在するが、ほとんど固体状態なのでシート化は比較的容易である。しかし、白く塗り分けられた半球面を表示側に完全に揃えた場合でも、球と球の隙間に入り込んだ光線は反射されず内部でロスしてしまうため、原理的にカバレッジ100%の白色表示はできず、やや灰色がかってしまうという問題がある。また、粒子サイズは画素サイズよりも小さいサイズであることが要求されるため、高解像度表示のためには色が塗り分けられた微細な粒子を製造しなければならず、高度な製造技術を要するといった問題もある。

【0004】このような技術の中で、トナーを用いて表示する画像表示媒体として、導電性の着色トナーと白色粒子とを対向する表示基板と非表示基板との間に空気を媒体として封入し、両基板の内側に電荷輸送層と電極が形成された画像表示媒体がある(トナーディスプレイ、日本画像学会、Japan Hardcopy '99 論文集p249-p251、Japan Hardcopy '99fall予稿集p10-p13)。このような画像表示媒体は、電荷輸送層を介して導電性着色トナーへ電荷が注入され、電荷注入された導電性着色トナーが電極により画像に応じて形成された基板間の電界により移動して表示基板へ付着する。これにより、表示基板側に導電性着色トナーと白色粒子とのコントラストとしての画像が表示される。

【0005】また、繰り返し書き換えが可能な画像表示媒体として、電気泳動を応用した画像表示媒体が知られている(川居：マイクロカプセルを用いた電気泳動ディスプレイの開発、日本画像学会、エレクトロニックイメ

ージング研究会、p31、1999)。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のトナーを用いた画像表示技術は、黒と白とのコントラストが低く、他の画像表示技術に比べて優れた結果を得られていない。この原因としてこの技術の報告者は、非表示基板の電極内側表面に設けた電荷輸送層に接することなく、また、他の導電性着色粒子からも孤立している導電性着色トナーが存在し、これらの孤立した導電性着色粒子は、電荷が注入されないために電界によって移動せずにランダムに基板内に存在するため、コントラストが低いと、推測している。また、高速応答性にも問題があった。

【0007】さらに、上記のトナーを用いた画像表示媒体は電極を用いているため、従来の像担持体上に形成された静電潜像をトナー現像し、記録用紙にトナー像を転写することにより画像を形成する複写機やプリンタ等の画像形成装置にそのまま用いることもできない。

【0008】一方、電気泳動、磁気泳動を用いた表示技術は、画像のメモリ性を有し、かつ白色液体中に着色粒子を分散させた技術であるため、白表示には優れるが、黒(色)表示部分には着色粒子同士の隙間に常に白色液体が入り込むため、灰色がかってしまい、コントラストが悪くなるという問題があった。

【0009】本発明は、上記事実鑑み成されたものであり、高コントラスト、安全性及び高速応答性を満足すると共に、繰返し書換えが可能な画像表示媒体及び前記画像表示媒体に画像を形成することが可能な画像形成方法、及び画像形成装置を提供すること、また、記録用紙に画像を形成する複写機やプリンタと共用することが可能な画像形成方法、及び画像形成装置を低コストで提供することが目的である。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、一対の基板と、印加された電界により前記基板間を移動可能に前記基板の間に封入されると共に、色及び帯電特性が異なる複数種類の粒子群と、を含むことを特徴とする。

【0011】請求項1記載の発明によれば、基板間には色及び帯電特性の異なる複数種類の粒子が封入されており、印加された電界によりそれぞれが基板間を移動可能となるように封入されている。このとき、それぞれの種類の粒子は、ともに帯電特性を有しており、印加された電界の強度や極性に応じてそれぞれの粒子が移動する。粒子としては摩擦帯電によって帯電する絶縁性粒子を用いても良いし、電極を介して電荷注入させることにより帯電させる導電性粒子を用いてもよい。

【0012】ところで、本発明者らは本発明を為す過程において、前述のトナーを用いた表示媒体の問題点を次のように推測している。即ち、先のトナーを用いた画像

表示媒体は、白色粒子を電界に無反応の静的な媒体として取り扱い、その中を黒色導電粒子が泳動させるように表示媒体を構成していた。このため、基板間を移動できるのは、2種類の粒子群の一方(黒色導電粒子)でしかない。具体的には、基板間に白色粒子を十分に粒子を詰め込む構造とすることで、白色粒子をほぼ静止状態に固定することを可能としている。しかしこの構成では、一方の黒色導電粒子は高密度の白色粒子中を移動しなければならず、更には基板表面付近に滞留した白色粒子を黒色導電粒子は排除することが困難になるため、灰色がかった色しか表示できずコントラストが低下したものと想像される。

【0013】また、導電性粒子を用いる場合には直接電荷注入用の電極に触れない粒子は、他の帯電した導電性粒子と接触する機会が無い限りは電荷注入の機会がないから、電界に対しては反応しないはずである。つまり、いくら個々の特性としては帯電性が良好な黒色導電粒子を用いていても、動かない白粒子が存在する状態であっては、ほとんどの黒色導電粒子は移動できず、画像表示に寄与しなかったものと想定される。

【0014】そこで、本発明においては、印加された電界によりそれぞれ異なる粒子群に属する粒子が互いに逆方向に基板間を移動可能となるように、画像表示媒体を構成することとした。さらに、これらの粒子は、粒子群により帯電特性が異なっているので、電界による移動特性も異ならせた。

【0015】逆極性の絶縁性粒子を用いる場合には、封入直後は基板間で各粒子はクーロン力によって各粒子群は混合した状態にあり、これら粒子間のクーロン力以上の電界を印加することにより、逆極性粒子は引き離され、それぞれ逆極性の電界方向に移動して基板表面に付着する。電界が切断されても粒子は鏡像力とvan der Waals力によって基板側に保持される。なお、各粒子群はそれぞれの基板側に堆積しており、実際的には書換え時の印加電圧は鏡像力とvan der Waals力以上の外力を与えればよい。

【0016】導電性粒子を用いた場合には、各種種類の粒子群が基板間を移動可能な状態であれば、導電粒子の移動も良好となり、粒子同士が接触する確率が増えて、基板間に存在していた無帯電粒子に電荷供給される場合が増加し、これらの粒子も電界による移動を開始させることができる。

【0017】同極性であっても帯電特性が異なり電界に対する応答性が異なる粒子の場合には、そもそも同極性粒子であるので粒子間の流動性が高い性質を備えているはずであるが、高密度に充填しすぎるとやはりvan der Waals力により凝集してしまう場合がある。本発明では電界方向に応じて基板間を移動可能な程度に封入されているため、粒子の移動がスムーズに行なわれ、応答性のよい画像表示が行える。なお、この場合には、まず帯電

量の多い種類の粒子が付着し、さらに電界を強くすることで帯電量の弱い粒子をさらに付着させることで、色を変化させることもできる。

【0018】他の組合わせとしては、導電性粒子と絶縁性粒子との組合わせ、ホール型・電子型といった異なる導電型の導電特性を有する2種類の導電粒子を用いることも可能である。

【0019】ただし、いずれの粒子の組合わせを用いる場合であっても、少なくとも2つの種類の粒子群は、別極性の帯電特性を有する方が好ましい。前述のように逆極性であるためにそれぞれが逆の電界方向に移動して応答性が極めて良好となる。さらに、極性により粒子が明確に分離されるので、画像のコントラストや尖鋭度が向上する。特に、互いに逆極性に帯電する白色粒子と他の色を呈する粒子を用いる場合には、あたかも紙の上に画像を印刷したかのような画像を表示することができる。

【0020】また、逆極性の粒子がそれぞれ絶縁性粒子であれば電界による移動時に粒子間における摩擦帯電が発生し帯電量を増加させるため、無電界時の画像メモリ特性が向上するという効果も奏される。

【0021】なお、ここで「基板間を移動可能」とは、一方の基板側に存在する粒子が電界印加によって他方の基板側に移動できることを意味しており、ある電界によってすべての粒子群の粒子が同時に移動する場合だけでなく、ある粒子群の粒子はある電界強度によっては移動しないが、電界強度を上げれば移動可能となる場合も含む。すなわち、このような状態で封入されていれば、粒子の移動が、他の種類の粒子群の粒子の存在によって実質的に阻害されることがなくなる。

【0022】また、各種の粒子が基板間を移動可能とするには、基板内の粒子の充填率、粒子間の流動度、粒子形状、粒子径、粒子の材料、基板内面（粒子と電極が直接接触する場合には電極表面）のいずれかあるいは複数を組み合わせて設定すればよいが、特に以下のようにするとよい。

【0023】基板間に含まれる全粒子の充填率は0.1%以上50vol%以下であれば画像表示が可能となるが、40%以下、特に25%以下であれば画像のコントラストがよくとれるため好ましい。50%を越えると急激に粒子が密となってその移動が阻害され始め、一方の基板側に止まってしまう粒子の割合が増加し、コントラスト低下の原因になってしまう。50%以下とすれば、各粒子は基板間を移動可能となる。

【0024】粒子間の流動度は高い方が好ましい。このため粒子外形は曲面形状がよい。更に好ましくは楕円球などの球状であり、更に好ましくは真球がよい。流動度を高めるには、摩擦力を低下させる外添剤の添加を組合わせてもよい。

【0025】粒子径は、印加する電界で移動可能であればよいが、平均粒径が1 $\mu$ m以上が好ましい。1 $\mu$ m以

下だと、粒子間あるいは粒子・基板間の結合力はクーロン力よりもファン・デル・ワールス力の方が優勢となってしまう、電界によって逆極性の粒子を引き離すことがそのままでは困難となってしまう。ただし、超音波振動など電界以外の力を組み合わせることによって粒子を分離できるようにすれば、1 $\mu$ mより小さくしても使用できる場合がある。特に画像のメモリ性の高いことを要求する場合には、1 $\mu$ mより小さくするとよいし、書換装置を簡易にしたり、書き換えを高速に行わせるなら1 $\mu$ m以上とするとよい。

【0026】粒子と、基板材料あるいは電極など粒子と接触する部分との組合わせとしては、互いの付着力が小さくなるものを選択した方が粒子の基板間の移動は容易になるので、高速書き換えには好ましい。基板表面は平坦としても散乱面（特に裏面側基板の観察面側）としてもよい。

【0027】また、基板間に透明絶縁溶媒も封入させて電気泳動的に2種類以上の着色粒子を移動させることも可能である。即ち、従来の白色絶縁液体中を着色粒子を電気泳動させる場合に比べて、画像のコントラストを高くすることができるからである。

【0028】しかし、粒子の移動が溶媒の粘性によって阻害されるため高速応答性には劣っており、また溶媒による入射光の屈折・散乱によって裏面側の着色粒子の色が劣化する場合がある。したがって、各種の粒子群は真空中、あるいは、特に使用上および製造上の取り扱いやすさを考慮すると、空気などの気体中に封入される形態が最も好ましい。

【0029】各粒子の帯電方法としては、封入後に電界によって帯電させる方式の他、予め複数種類の粒子群を混合することで帯電させ、その後に基板間に封入させることもできる。また、絶縁粒子であれば、封入後表示媒体自体を振って、粒子を攪拌・摩擦帯電させることでそれぞれ逆極性に帯電させることも可能である。

【0030】また、粒子の平均帯電量 (fC/個) はおよそ粒子の平均粒子径  $2r$  の二乗に比例し、平均粒子径が小さいほど平均帯電量 (fC/個) は小さくなるため、粒子径に応じて平均帯電量の好ましい範囲も異なることがわかった。即ち、各粒子の平均帯電量は  $\pm 5 \times (r^2 / 10^2)$  fC/個以上、 $\pm 150 \times (r^2 / 10^2)$  fC/個以下が好ましい。平均帯電量が  $5 \times (r^2 / 10^2)$  fC/個より小さいと、粒子は分離して異方向へ基板間を移動するものの、十分な表示濃度を示さない。また、 $150 \times (r^2 / 10^2)$  fC/個よりも大きいと、粒子は分離せず、凝集体となり同じ方向へ移動し、表示濃度コントラストも小さくなってしまふ。なお、粒子の帯電特性は、粒子を構成する材料、粒子に添加する外添剤・内添剤、粒子の層構造、粒子の形状等によって制御することが可能である。

【0031】請求項5記載の発明によれば、粒子群のう



ち少なくとも1種類の粒子はその表面に添加剤を含  
し、該添加剤が $\text{TiO}(\text{OH})_2$ とシラン化合物との反  
応で得られるチタン化合物を含有することにより、適度  
な帯電量と安定した帯電維持性と良好な流動性を粒子群  
に与えるので、基板間に与えられた電界により粒子が基  
板内側表面に強固に付着することなく基板間を円滑に安  
定に移動することができ、高いコントラストで画像表示  
することができる。

【0032】従って、画像に応じて電界を加えることに  
より画像に応じて粒子群が移動し、粒子群の色のコント  
ラストにより画像を表示させることができる。また、電  
界が消失しても基板上へ移動した粒子群は鏡像力と付着  
力によりその場に留まり、画像を保持できる。経時後、  
再び電界を加えると粒子群は再び移動することができ  
る。このように画像に応じて外部から電界が加えられる  
ことにより繰り返し画像を表示させることができる。な  
お、粒子群の色は少なくとも2種類あればよい。なお、  
粒子群に電荷輸送性を持たせても良い。また、一対の基  
板は、誘電体などの絶縁性材料、導電性材料、電荷輸送  
性材料を用いることができる。すなわち、画像表示媒体  
は、例えば請求項32乃至請求項51に記載した構成の  
ものを用いることができる。ここで、コントラストが取  
れる、すなわち画像表示可能な粒子と基板との組み合わ  
せについての表を図43に示す。

【0033】ここで、表中の各符号は以下の内容を示  
す。なお、表中の空欄はコントラストが取れない、すな  
わち画像表示が不可能な組み合わせであることを示す。

【0034】次に、表中の記号について説明する。アル  
ファベットは粒子の帯電プロセスを表す。

【0035】A：第1の粒子、第2の粒子は予め摩擦帯  
電によって互いに反対の程に帯電することにより部材間  
の電界にしたがって移動し、互いに反対の部材に付着し  
てコントラストがとれる。

【0036】B：いずれか一方の粒子が基板より電荷を  
注入されて帯電し、部材間の電界にしたがって移動す  
る。他方の粒子は一方の粒子の移動による摩擦あるいは  
予め攪拌、振動などによる摩擦によって帯電し部材間の  
電界にしたがって移動する。

【0037】C：第1の粒子、第2の粒子とも基板より  
電荷を注入されて帯電し、部材間の電界にしたがって移  
動する。

【0038】次に、アルファベットに付与しているダッ  
シュ記号(B'、C')は、いずれの部材より粒子が電  
荷注入されるかを示したものである。

【0039】ダッシュ記号のないもの(B、C)：第  
1、第2双方の部材より電荷が粒子に注入される。

【0040】ダッシュ記号のあるもの(B'、C')：  
一方の部材のみより電荷が粒子に注入される。

【0041】さらに、丸囲みの数字は部材間に電界をか  
けたときに粒子がどのような挙動をしてコントラストが

とれるかを示したものである。

【0042】①：第1の粒子、第2の粒子は互いに反対  
の部材に付着してコントラストがとれる。

【0043】②：部材より電荷注入される導電性粒子は  
双方の部材より電荷注入を受けて帯電して部材間を振動  
する。電界をなくすと同時に粒子は部材に付着するため  
半数ずつ双方の部材に付着する。しかし、他方の粒子は  
一方の部材からしか電荷注入を受けないため、電界によ  
って一方の部材に付着する。よってコントラストが取れ  
る。

【0044】③：導電性粒子は電界極性によらず同じ部  
材に常に付着する。他方の粒子は部材間の電界極性に  
応じて移動する。よって、他方の粒子の付着量によってコ  
ントラストが取れる。

【0045】なお、表中空欄部の正孔輸送性、電子輸送  
性、導電性を示す粒子においても、第1の粒子、第2の  
粒子の混合攪拌によって摩擦帯電が発生して互いに異極  
に帯電し、基板から受ける電荷注入やそれぞれの粒子同  
士の接触によって互いの粒子の電荷が中和されたり、同  
極に帯電することのない場合においてはこの限りではな  
く、コントラストが取れるものである。

【0046】請求項6記載の発明によれば、粒子群のう  
ち少なくとも1種類が磁性を帯びた粒子とすることによ  
り、磁気力で粒子を移動することができる。

【0047】また、前記基板の間に前記粒子よりも径が  
大きいスペーサ粒子を封入してもよい。これにより、基  
板と基板の間の距離を略一定に保つことができる。

【0048】請求項7記載の発明によれば、前記基板の  
間が、所定形状に仕切られたセル構造となるようにする  
ことにより、基板と基板の間の距離を略一定に保つこと  
ができると共に、基板間に封入された粒子の部分的な偏  
りが抑えられ、より安定な画像表示を行うことができ  
る。

【0049】請求項8記載の発明によれば、粒子群が多  
色画像を形成する複数の各色毎に前記セルに封入される  
ようにしてもよい。例えば、セル毎に、イエローの粒子  
と白色の粒子、マゼンダの粒子と白色の粒子、シアン  
の粒子と白色の粒子を封入する。そして、各色毎に電界を  
発生させることによりカラー画像を形成することができ  
る。

【0050】請求項14記載の発明は、前記請求項1乃  
至請求項10の何れか1項に記載の画像表示媒体に画像  
を形成する画像形成装置であって、前記一対の基板間に  
画像に応じた電界を発生させる電界発生手段を備えたこ  
とを特徴としている。

【0051】請求項14記載の発明によれば、電界発生  
手段は、前記一対の基板間に画像に応じた電界を発生さ  
せる。これにより、予め帯電されているか、1度画像形  
成が行われた後で帯電が保持されている基板間の帯電粒  
子群を画像に応じて移動させることができる。また、請

求項9記載の発明のように、前記一对の基板上にマトリックス電極を形成した場合には、このマトリックス電極に画像に応じた電圧を印加することにより画像に応じた電界を発生させることができる。

【0052】例えば、一对のストライプ状電極を交差させて所謂単純マトリックス構造による電極配置を行うことにより、基板間に電界を付与して粒子を移動させることができる。複数のストライプ状電極は基板上に、もしくは基板内部に挟まれて位置してもよい。この単純マトリックス構造は、電極構造が単純であるので、製造が容易で、製造コストを低減することができる。

【0053】また、請求項10記載の発明のように、前記一对の基板の一方の基板上に画素電極を形成し、他方の基板上に電極を形成した場合には、この画素電極に画像に応じた電圧を印加することにより画像に応じた電界を発生させることができる。

【0054】また、電界発生手段は、イオンを発生させるイオン発生手段としてもよいし、スタイラス電極としてもよい。

【0055】請求項15記載の発明は、前記請求項11又は請求項12に記載の画像表示媒体に画像を形成する画像形成装置であって、前記一对の基板間に電圧を印加するための電極と、画像に応じたパターンに形成された透過パネルと、前記透過パネルに光を照射する光源と、を備えたことを特徴とする。

【0056】請求項15記載の発明によれば、電圧印加手段は、一对の基板間に電圧を印加する。例えば、請求項11に記載したような、一对の基板の一方の基板上に光導電性層が形成された画像表示媒体や、請求項12に記載したような、前記粒子群のうち少なくとも1種類が光導電材料を含むような画像表示媒体を電極付きの基板に挟んで例えば直流電圧を印加する。これに、光導電層が形成された側の基板に画像に応じたパターンに形成された透過パネルをあて、この透過パネルに光源から光を照射、すなわち露光する。ここで、光導電層は非露光状態では、誘電層として作用し、露光状態では導電層として作用する。従って、露光状態では電圧印加手段により印加された電圧により、基板間の粒子群が画像に応じて移動し、画像が形成される。

【0057】請求項16記載の発明は、前記請求項1乃至請求項8の何れか1項に記載の画像表示媒体に画像を形成する画像形成装置であって、潜像担持体と、前記潜像担持体上に画像に応じた静電潜像を形成する静電潜像形成手段と、前記画像表示媒体が間に位置可能に前記潜像担持体と対向する位置に配置され、前記潜像担持体との間に電界を発生させるための対向電極と、を有することを特徴とする。

【0058】請求項16記載の発明によれば、静電潜像形成手段は、潜像担持体上に画像に応じた静電潜像を形成する。対向電極は、画像表示媒体が間に位置可能に潜

像担持体と対向する位置に配置される。すなわち、静電潜像担持体上の静電潜像と対向電極と間に電界を発生させることができる。従って、発生した電界により基板間に封入された粒子群を画像に応じて移動させることができ、画像表示媒体に画像を形成することができる。なお、各色毎の静電潜像を潜像担持体上に形成し、請求項5に記載したような画像表示媒体を用いればカラー画像を形成させることもできる。

【0059】静電潜像形成手段は、感光層を保持し一様帯電された潜像担持体上に画像に応じた光ビームで走査することにより前記潜像担持体上に画像に応じた潜像を形成するようにしてもよい。また、イオンを発生させるイオン発生手段により、発生したイオンを画像に応じて前記潜像担持体上に照射することにより前記潜像担持体上に画像に応じた静電潜像を形成するようにしてもよい。また、スタイラス電極に高電圧を印加して画像に応じた電荷を発生させることにより前記潜像担持体上に画像に応じた静電潜像を形成するようにしてもよい。

【0060】請求項17の発明は、前記対向電極は、バイアス電圧が印加されることを特徴としている。これにより、潜像担持体と対向電極との間に逆方向に電界を発生させることができる。従って、例えば対向電極側の基板に付着している粒子を潜像担持体側の基板に、潜像担持体側の基板に付着している粒子を対向電極側に移動させることができる。

【0061】請求項18記載の発明は、画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを入力するための入力手段と、前記入力手段による入力結果が前記画像記録媒体の場合に、前記静電潜像形成手段により形成された静電潜像をトナーにより現像する現像手段と、前記現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に転写する転写手段と、前記画像記録媒体に転写されたトナー像を定着させる定着手段と、をさらに備えたことを特徴とする。

【0062】請求項18記載の発明によれば、入力手段は、画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか、画像記録媒体、すなわち通常の記録用紙であるかを入力するためのものであり、例えばキーボードやマウス等を用いることができる。ユーザはこの入力手段により媒体を選択することができる。また、入力手段は、請求項19にも記載したように、画像が形成される媒体が前記画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかを検出する媒体検出手段としてもよい。この場合、例えば媒体に光を照射し、反射した光の光量値から何れの媒体であるかを検出することができる。また、重量を検出することにより何れの媒体であるかを検出するようにしてもよい。

【0063】現像手段は、入力手段による入力結果が画像記録媒体の場合、すなわち、通常の記録用紙等の場合に、静電潜像形成手段により形成された静電潜像をトナ

一により現像する。転写手段は、現像手段により現像されたトナー像を画像記録媒体に例えば電圧を印加することにより転写する。定着手段は、前記画像記録媒体に転写されたトナー像を、例えば熱定着や圧力定着により定着させる。

【0064】また、転写手段は、請求項20にも記載したように、対向電極としてもよい。すなわち、画像表示媒体の画像形成と、画像記録媒体の画像形成を同一の転写手段により行うことができる。これにより、装置を簡単な構成にすることができると共に低コストとすることができる。

【0065】また、媒体が画像表示媒体の場合には、定着処理を行う必要はないため、請求項21記載の発明のように、前記入力手段による入力結果が前記画像表示媒体の場合に、前記定着手段による定着処理を行わないようにしてもよい。これにより、熱等による画像表示媒体の劣化を防ぐことができる。

【0066】請求項22記載の発明は、前記入力手段による入力結果が前記画像表示媒体の場合に、前記現像手段による現像を停止する現像停止手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0067】請求項22記載の発明によれば、現像停止手段は、入力手段による入力結果が画像表示媒体の場合には、現像手段を動作させる必要はないため、現像を停止する。また、現像手段を動作可能な状態にしておく、と、静電潜像担持体上のトナーが供給されてしまい、画像表示媒体にトナーが汚れてしまう場合がある。従って、現像手段による現像を停止することによりトナーが画像表示媒体に付着してしまうのを防ぐことができる。

【0068】また、現像停止手段は、現像手段を前記静電潜像担持体から離間させるようにしてもよい。これにより、トナーが静電潜像担持体に供給されるのを防ぐことができる。また、現像手段に含まれるトナー担持体の回転を停止させるようにしてもよい。また、現像手段に含まれるトナー担持体に前記静電潜像の電位と逆極性の電圧を印加するようにしてもよい。また、現像手段に含まれるトナー担持体へのトナーの供給を停止するようにしてもよい。

【0069】請求項23記載の発明は、前記粒子群を予め帯電させる帯電手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0070】請求項23記載の発明によれば、帯電手段により粒子群を予め帯電させることにより十分に粒子を基板間で移動させることができ、安定して画像を表示することができる。

【0071】なお、帯電手段は、請求項24にも記載したように、前記基板に直流電圧及び交流電圧の少なくとも一方を印加する。ここで、直流電圧を基板に印加した場合には、粒子群を一方の基板側に一様に付着させることができるため、対向電極にバイアスを印加する必要が

ない。また、交流電圧を印加した場合には、粒子群を十分に帯電させることができる。また、請求項25にも記載したように、前記帯電手段は、前記基板を振動させる振動手段としてもよい。また、請求項26にも記載したように、請求項6記載の画像表示媒体を予め帯電させる場合は、前記帯電手段は、前記基板に交番磁界を印加するようにしてもよい。

【0072】請求項27記載の発明によれば、印加された電界により基板間を移動可能に前記基板の間に封入されると共に、色及び帯電特性が異なる複数種類の粒子群とを含み、粒子群のうち少なくとも2種類の粒子群が互いに帯電性が異なることを特徴とする画像表示媒体に、画像情報に応じた電界を付与する直前に交番電界の付与を行なうことにより、画像表示直前に基板間で粒子を強制的に振動させるので、基板面に付着した粒子を引き剥がして、画像に応じた粒子の移動を促進することができる。

【0073】請求項28記載の発明によれば、画像情報に応じた電界を付与する直前に、交番電界を画像表示媒体の全面に同時に付与することにより、短時間のうちに、基板内の粒子を移動化することができる。これは文字や絵柄の電極を用いて基板間に電界を付与して粒子を移動する場合や、マトリックス構造の電極を用いて基板間に電界を付与して粒子を移動する場合に有効である。

【0074】請求項29記載の発明によれば、マトリックス電極で行単位の電界付与を行なうシーケンスで、画像情報に応じた電界を付与する直前に交番電界の付与を行なうことにより、全面同時駆動の信号を送るための新たなシーケンスや配線を施すことなく、画像表示直前に全面で粒子を強制的に振動させるので、特別な装置を増やすことなく画像表示に必要な装置のみで画像に応じた粒子の移動を促進することができる。

【0075】請求項30記載の発明によれば、交番電界の振幅を時間経過とともに漸減することにより、粒子の摩擦帯電による帯電量増加に伴う移動速度の増大を防ぎ、往復している粒子の移動速度を徐々に零にして、粒子同士、粒子と基板の間の付着力を減ずるので、粒子が電界に応じて移動しやすくなることができる。

【0076】請求項31記載の発明によれば、交番電界の電圧波形を矩形とすることにより、単位時間に電界によって粒子に作用する力が大きくなるので、電界に対する応答性を増し、より短時間で粒子が対向面に移動することができる。

【0077】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕以下、図面を参照して本発明の第1実施形態を詳細に説明する。

【0078】図1には、本実施の形態に係る画像表示媒体および画像表示媒体に画像を形成するための画像形成装置が示されている。

【0079】第1の実施の形態に係る画像形成装置12

は、図30に示すように電圧印加手段201を備えている。画像表示媒体10は、画像が表示される側の表示基板14と該表示基板14と対向する非表示基板16との間に、スペーサ204と黒色粒子18及び白色粒子20とが封入された構成となっている。表示基板14及び非表示基板16には、後述するように透明電極205が付されているが、表示基板14の透明電極205は接地されており、非表示基板16の透明電極205は電圧印加手段201と接続されている。

【0080】次に、画像表示媒体10の詳細について説明する。画像表示媒体10の外側を構成する表示基板14および非表示基板16には、例えば50×50×1.1mmの透明電極ITO付き7059ガラス基板を使用する。ガラス基板の粒子と接する内側表面206はポリカーボネート樹脂(PC-Z)で厚さ5μmでコートされている。40×40×0.3mmのシリコンゴムプレート204の中央部を15×15mmの正方形に切り抜いて空間を形成し、このシリコンゴムプレートを非表示基板16上に設置する。イソプロピルトリメトキシシラン処理したチタニアの微粉末を重量比100対0.4の割合で混合した体積平均粒径20μmの酸化チタン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子(積水化成工業(株)製テクポリマーMBX-20-ホワイトを分級)と、体積平均粒径20μmのカーボン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子(積水化成工業(株)製テクポリマーMBX-20-ブラックを分級)とを重量比2対1の割合で混合し、この混合粒子約15mgを前記シリコンゴムプレートの正方形に切り抜いた空間にスクリーンを通して振り落とす。その後、このシリコンゴムプレートに表示基板202を密着させ、両基板間をダブルクリップで加圧保持して、シリコンゴムプレートと両基板とを密着させ、画像表示媒体10を形成する。

【0081】上記画像表示媒体10の駆動状態を図31を用いて説明する。表示基板14の透明電極に直流電圧200Vを印加すると、非表示基板16側にあったマイナスに帯電された白色粒子の一部が電界の作用により表示基板14側へ移動し、直流電圧500V以上を印加すると表示基板14側へ多くの白色粒子が移動して表示濃度がほぼ飽和する。この時、プラスに帯電された黒色粒子は非表示基板16側へ移動する。ここで、電圧を0としても、表示基板上の粒子は移動せず、表示濃度に変化はなかった。

【0082】次に、表示基板14の透明電極上に直流電圧-100Vを印加しても粒子は移動しない。表示基板14の透明電極に直流電圧-200Vを印加すると、非表示基板16側にあったプラスに帯電された黒色粒子の一部は電界の作用により表示基板14側へ移動し、さらに直流電圧-500V以上を印加すると表示基板14側へ多くの黒色粒子が移動して表示濃度がほぼ飽和する。この時、マイナスに帯電された白色粒子は非表示基板16側

へ移動する。ここで、同様に電圧を0としても、表示基板上の粒子は移動せず、表示濃度に変化はなかった。

【0083】以上のように、印加する電圧の大きさに対して粒子が移動しない不感帯が存在し、粒子移動に対する電圧のしきい値が存在する。この特性は単純マトリックス駆動に適している。

【0084】次に第1実施の形態の作用について説明する。

【0085】イソプロピルトリメトキシシラン処理したチタニアの微粉末を添加混合された白色粒子20は、黒色粒子18および基板内側表面206との摩擦帯電により、適正な負極性に帯電する。白色粒子20の平均帯電量は-16fC、黒色粒子18の平均帯電量は+16fCであった。このときの基板内側表面はポリカーボネート樹脂(PC-Z)である。基板内側表面206の材質は粒子の帯電極性に大きな影響を及ぼすので、適宜選択しなければならない。上記のシラン処理されたチタニアの微粉末は粒子の帯電性を、高すぎない適性レベルに押さえ、また粒子の流動性を高いレベルに保つ作用がある。

【0086】チタン化合物の添加量は粒子の粒径と微粉末の粒径の兼ね合いから適宜調整される。添加量が多すぎると白色粒子表面から遊離した微粉末が発生し、これが一部の黒色粒子18の表面に付着して、黒色粒子18と白色粒子20の帯電極性が同じになり、電界に対して同方向へ移動するので、好ましくない。チタン化合物の量は、粒子の粒径等により変化するが、粒子100重量部に対して、0.05~1.0重量部、より好ましくは0.1~0.5重量部である。

【0087】また、粒子への微粉末の添加は白色粒子20、あるいは黒色粒子18のどちらか一方にのみ行うことが望ましい。複数の粒子に其々異なる極性の微粉末を外添した場合、遊離した異極性の微粉末が強固に凝集して粒子の凝集体を形成しやすく、この凝集体は電界で移動せず、画質劣化になる。2種類以上の粒子に微粉末を添加する場合は、粒子表面に微粉末を衝撃力で打込んだり、粒子表面を加熱して微粒子を粒子表面に固着して、遊離し難くすることが望ましい。

【0088】また、本実施の形態で用いる粒子の形状は真球であるため、粒子間の接触はほぼ点接触、および粒子と基板内側表面との接触もほぼ点接触であり、粒子間および粒子と基板内側表面206とのvan der Waals力に基づく付着力が小さい。従って、基板内側表面206が誘電体であっても電界により帯電粒子が基板内を円滑に移動できる。

【0089】また、隠ぺい力が高い無機顔料のひとつである酸化チタンを含有した粒子を用いるので、基板内側表面206を面積率70%でほぼ全面をカバーする白色粒子20が高い白色濃度を与えることができる。図32に白色粒子20の面積率、黒色粒子18の面積率と表示濃度との関係を示す。この時の白色粒子20と黒色粒子

18の混合比率は2:1である。面積率70%ではほぼ全面を覆い、飽和濃度に近い。

【0090】また、白色粒子20と黒色粒子18の粒子径をほぼ同等にすることで粒子間の付着、凝集が回避されるので、高い白色濃度および黒色濃度が得られる。一方の粒径が小さいと、大きな粒子の周囲に付着して本来の色濃度を下げる。また、コントラストは白黒粒子の混合比によっても変化する。2粒子の表面積が同等になる混合比率の近傍が望ましい。これから大きくずれると比率の多い粒子の色が強くなる。但し、同色で濃い色調の表示と淡い色調の表示でコントラストを付けたい場合や、2種類の着色粒子が混合して作り出す色で表示したい場合はこの限りではない。

【0091】次に、他の物質を列記する。粒子に混合する微粉末は、酸化ケイ素（シリカ）、酸化チタンなどが知られている。これらは、シラン化合物、シランカップリング剤、あるいはシリコンオイルを反応、乾燥させて変性し、正負の帯電性、流動性、環境依存性などを調整されている。よく知られている疎水性シリカや疎水性酸化チタンを用いることができる。特に、特開平10-31777号公報記載の $\text{TiO}(\text{OH})_2$ とシランカップリング剤のようなシラン化合物との反応で得られるチタン化合物が適している。このチタン化合物は、湿式工程の中で作製される $\text{TiO}(\text{OH})_2$ にシラン化合物あるいはシリコンオイルを反応、乾燥させて作製される。数百度という焼成工程を通らないため、 $\text{Ti}$ 同士の強い結合が形成されず、凝集が全くなく、粒子はほぼ一次粒子の状態である。さらに、 $\text{TiO}(\text{OH})_2$ にシラン化合物あるいはシリコンオイルを直接反応させるため、処理量を多くすることができ、シラン化合物の処理量の大小で帯電を制御でき、且つ付与できる帯電能も従来の酸化チタンに対し、大きく改善されているものである。

【0092】ここでシラン化合物としてはクロロシラン、アルコキシシラン、シラザン、特殊シリル化剤のいずれのタイプを使用することも可能である。また、シリコンオイルとしては、例えば、ジメチルシリコンオイル、アルキル変性シリコンオイル、 $\alpha$ -メチルスルホン変性シリコンオイル、クロルフェニルシリコンオイル、フッ素変性シリコンオイル、アミノ変性シリコンオイル等が挙げられる。白色粒子20としては、上記の酸化チタン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子（積水化成工業（株）製MBX-ホワイト）のほかに、架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子（綜研化学（株）製ケミスノーMX）に酸化チタン顔料の微粉末を添加し混合したもの、さらに衝撃力によりこの球状微粒子に白色顔料微粉末を打込み微粒子表面に固定化したもの、さらにスチレン樹脂やフェノール樹脂やシリコン樹脂やガラスなど各種材料からなる母粒子の表面に白色顔料の微粉末を付着させたり、埋め込んだりし

た粒子が挙げられる。架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子（綜研化学（株）製ケミスノーMX）は単分散で粒径が揃っており、各粒子の帯電性が均一で、電界に対する粒子移動のしきい値がよりシャープになるとともに、高いコントラストが得られる。白色顔料は、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化亜鉛などが挙げられる。また、白色粒子として、空気を内包した多孔質のスポンジ状粒子や中空粒子も挙げられる。また、複写機やプリンタに用いられるトナー、特に重合法や懸濁法などの湿式法によって作成される球状粒子も挙げられる。

【0093】黒色粒子18としては、上記の架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子（積水化成工業（株）製MBX-ブラック）のほかに、ジビニルベンゼンを主成分とする架橋共重合体からなる真球状粒子（積水化学工業（株）製マイクロパールBB、マイクロパールBBP）、フェノール樹脂粒子を焼成したアモルファスカーボンの微粒子（ユニチカ製 ユニベックスGCP）、炭素及び黒鉛質の球状微粒子（日本カーボン（株）製ニカビーズICB、ニカビーズMC、ニカビーズPC）があげられる。さらにまた、白色、黒色の粒子のほかに、赤色や青色や緑色やマゼンタやシアンやイエローや金色や銀色など有色の粒子を用いることができる。例えば、架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子（積水化成工業（株）製MBX-レッド）、ジビニルベンゼンを主成分とする架橋共重合体からなる微粒子の表面に無電界ニッケルメッキを行ったのち金置換メッキを施した真球状導電性粒子（積水化学工業（株）製マイクロパールAU（商品名））などがある。また、複写機やプリンタに用いられるトナー、特に重合法や懸濁法などの湿式法によって作成される球状粒子も挙げられる。

【0094】一例として、マゼンタ色の球状粒子は次のように調整される。ポリエステル樹脂100重量部、C.I.ピグメントレッド57を4重量部、酢酸エチル110重量部をボールミルで48時間分散してA液とし、一方、カルボキシメチルセルロース2%水溶液を100重量部調整し、B液とする。次に乳化器でB液100重量部を攪拌し、その中にA液50重量部をゆっくり投入して混合液を懸濁した。その後減圧下で酢酸エチルを除去し、水洗、乾燥、分級してマゼンタ色の粒子を得た。粒子の平均粒径は $7\mu\text{m}$ であった。この赤色粒子と前記の白色粒子とを1:5の重量比で混合し、基板間に封入して電界をかけることにより、赤色と白色のコントラストのある表示が得られた。

【0095】上記により、良好な帯電性、流動性、環境安定性、に優れた粒子群が得られ、この粒子群が封入された基板間に電界を付与し、粒子群を移動することにより、高い黒色濃度と白色濃度が得られ、高いコントラストの表示ができる。

【0096】（実施例1）次に第1実施形態の実施例について説明する。

【0097】第1実施形態の画像表示媒体10に関し、充填率と白色粒子20及び黒色粒子18の基板間の移動特性の充填量および充填率の依存性を実験し、表1の結果を得た。なお、黒色粒子18の平均粒径は $20\mu\text{m}$ 、白色粒子20の平均粒径は $20\mu\text{m}$ であり、黒色粒子18と白色粒子20の混合割合は、1:2（重量比）とし

た。この時、黒色粒子18の真比重は1.23、白色粒子20の真比重は1.85であった。また、充填率は、（粒子体積の総和/基板間体積）で表される。

【0098】

【表1】

充填率（vol%）と充填量（ $\text{mg}/\text{cm}^2$ ）と濃度特性との関係

	基板間空隙 (mm)	充填率 (vol%)	充填量 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )	黒色濃度	白色濃度
例1	0.3	52	24.9	移動せず	移動せず
例2	0.3	42	20.1	一部移動	一部移動
例3	0.3	22	10.5	1.5~1.6	0.35~0.4
例4	0.3	16	7.7	1.5~1.6	0.35~0.4
例5	0.3	14	6.7	1.5~1.6	0.35~0.4
例6	0.3	8	3.8	1.5~1.6	0.35~0.4
例7	0.3	6	2.9	1.2~1.3	0.4~0.5
例8	0.1	42	6.7	一部移動	一部移動
例9	0.1	24	3.8	1.4~1.5	0.45~0.55
例10	1.0	3	4.8	1.5~1.6	0.35~0.4
例11	5.0	1	8.0	1.5~1.6	0.35~0.4
例12	15	0.12	2.9	1.2~1.3	0.35~0.45

表1の結果から、粒子の充填率を50%以下となるように粒子群の粒子を封入するとすれば各粒子が基板間を移動可能となることがわかった。また、充填率を40%以下とすることで画像のコントラストをとることできる程度に粒子を移動させることが可能となり、特に充填率を25%以下とすることにより、粒子をより移動しやすくすることができることがわかった。

【0099】また、充填量 $3\text{mg}/\text{cm}^2$ 未満では、例7のように、黒色濃度は1.2とやや低くなる。充填量 $3.8\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上にすると、図41に示すように、表示基板面に付着する粒子の投影面積率は70%以上になり、略1層の粒子層が基板内面に形成され、十分な黒色濃度（1.4以上）が形成される。さらに好ましい充填量は、 $6\sim 12\text{mg}/\text{cm}^2$ である。従って、濃度の観点から充填量は略 $3\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上必要である。図42に示したように、基板間空隙を拡大すればより低い充填率でも十分な濃度を得ることができるので、充填率の下限は基板間空隙の大小に依存する。例12のように基板間距離を15mmとしたとき、充填率0.12%で充填量は略 $3\text{mg}/\text{cm}^2$ となる。従って、濃度の観

点から充填率は略0.1%以上必要である。

【0100】また、表示濃度の観点から基板間に充填される粒子の好ましい充填状態は、表示基板面に付着する粒子の投影面積率が30%以上（表示黒濃度は0.8以上）、好ましくは50%以上（表示黒濃度は1.2以上）、より好ましくは60%以上（表示黒濃度は1.3以上）となることである（図41参照）。

【0101】なお、表1及び図42で示した充填量は第1実施形態の画像表示媒体10における値であり、用いる粒子の比重により変わる値である。

【0102】（実施例2）次に、混合された粒子群を、表示基板内面材料（ポリカーボネート樹脂）で被覆した内壁を持つサンプル瓶に封入し、攪拌装置で帯電量が飽和するまで十分攪拌した後に、帯電量測定装置（Charge Spectrograph）で測定した各粒子の平均帯電量を測定した。また、上記粒子群を基板間に封入して基板間に電圧を印加して粒子の電界移動性、および表示濃度を調査した。結果を以下に示す。

【0103】

【表2】

	平均帯電量 (fC/ 個)		粒子移動性	表示濃度	
	黒粒子	白粒子		黒色 表示	白色 表示
例 1	+15	-15	分離して異方向へ移動	1.6	0.3
例 2	+10	-5	分離して異方向へ移動	1.4	0.4
例 3	+60	-15	分離して異方向へ移動	1.3	0.4
比較例 1	+3	+3	同じ方向へ移動	0.9	0.9
比較例 2	+3	-3	分離して異方向へ移動	1.0	0.8
比較例 3	+165	-30	分離せず、同じ方向へ移動	1.1	1.0

平均粒子径  $20\mu\text{m}$  の各粒子の平均帯電量が  $5\sim 60\text{fC/}$  個で、粒子は分離して異方向へ基板間を移動し、十分な表示濃度を示した。一方平均帯電量が  $3\text{fC/}$  個では、粒子は分離して異方向へ基板間を移動するものの、十分な表示濃度を示さなかった。また、粒子の帯電極性が同極性で平均帯電量も同等の場合はやはり分離せず、同じ方向へ移動し表示濃度コントラストが取れなかった。さらに、帯電量が  $165\text{fC/}$  個では粒子は分離せず、凝集体となり同じ方向へ移動し、表示濃度コントラストも小さくなってしまった。

【0104】各粒子の平均帯電量 (fC/個) はおよそ粒子の平均粒子径  $2r$  の二乗に比例し、平均粒子径が小さいほど平均帯電量 (fC/個) は小さくなる。したがって、これを加味すると、おおむね粒子の平均帯電量は  $5 \times (r^2/10^2)\text{fC/}$  個以上、 $150 \times (r^2/10^2)\text{fC/}$  個以下とすることが、画像表示に必要な表示濃度コントラストを得るのには好ましいことがわかった。

【0105】[第2実施形態] 以下、図面を参照して本発明の第2実施形態を詳細に説明する。

【0106】図33には、本実施の形態に係る単純マトリックスを用いた画像表示媒体401および画像表示媒体10に画像を形成するための画像形成装置12が示されている。電極403An及び404Bn (nは正数) を単純マトリックス構造にし、電極403An、404Bnによって挟まれた空間に帯電性の異なる複数の粒子群を封入し、波形発生装置405B及び電源405Aにより構成された電界発生装置405により、各電極403An、404Bnに電位を発生させ、シーケンサ406によって電極の電位駆動タイミングを制御して、各電極の電圧の駆動を制御し、片方の面の電極403A1～Anには1行単位で粒子が駆動できる電界を付与し、他

$$E_1 = (V_{B+} - V_{A+}) / d,$$

また、白色表示を行なうためには電界を正のしきい値よりも大にしなければならないので以下の条件が必要となる。

$$\text{【0111】 } E_1 > E_0 \quad \dots (2)$$

同様に黒色表示では電界を負のしきい値よりも小にしなければならないので以下の条件が必要となる

$$E_2 < -E_0 \quad \dots (3)$$

方の面の電極B1～Bnには画像情報に応じた電界を面内同時に付与させることができる。

【0107】図34、図35、図36に図33の任意の面での画像形成部の断面を示す。粒子は、電極面あるいは基板面に接触しており、基板の少なくとも一方の面は透明で粒子の色を外部から透過してみることができるものである。電極403A、404Bは、図34、図35に示すように基板に埋めこまれて一体化しても、図36のように基板と分離した形態をとってもよい。

【0108】上記の構成で、単純マトリックス駆動を行なう例を挙げて、図37を用いて作用を説明する。着色粒子に黒の着色粒子を用い、白色粒子20が負帯電、黒色粒子18が正帯電とし、白黒表示を表す例を示す。粒子の移動する電界のしきい値を  $\pm E_0$  とする。すなわち図38のような表示濃度と電界の関係を示す粒子群を用いる。表示面は列側にあるものとし、表示面側へ向う電界を正とする。駆動を行なう行を  $A_k$ 、任意の列を  $B_k$  とする。駆動電圧  $V_{A_k}$  は電極403Aに付与するが、粒子は粒子の帯電量と基板間の電界によって作用される。そこで、粒子が接触している基板内面の表面電位を規定し、駆動に寄与する行を表面電位  $V_{A+}$ 、行を行わない行を表面電位  $V_{A-}$  とする。電極404Bの駆動電圧  $V_{B_k}$  も同様に粒子が接触している基板内面の表面電位を規定し、白色表示を行なう列を表面電位  $V_{B+}$ 、行を行わない列には表面電位  $V_{B-}$  とする。また基板間の距離を  $d$  とする。

【0109】次に、各電界における粒子移動のメカニズムを示す。駆動を行なう行では、行のストライプに  $V_{A+}$  の電位、列のストライプには駆動行の表示内容に応じて  $V_{B+}$ 、 $V_{B-}$  の電位が生じる。そのとき、基板間にかかる電界は以下で示される。

$$\text{【0110】}$$

$$E_2 = (V_{B-} - V_{A+}) / d \quad \dots (1)$$

ここで、あらかじめ全面に黒表示となるようになっていた場合、白粒子が移動しなければ良いため、列側に強い正電界が生じなければよい。すなわち、以下の条件でもよい。

$$\text{【0112】 } E_1 > E_0 > E_2 \quad \dots (4)$$

駆動を行わない行において図39に示すように、行のストライプに  $V_{A-}$  の電位、列のストライプには駆動行の



表示内容に応じて $V_{B+}$ 、 $V_{B-}$ の電位が生じる。そのとき、基板間にかかる電界は以下で示される。

$$E_3 = (V_{B+} - V_{A-}) / d,$$

駆動を行なわないためには粒子が表示色によらず固定されていなければならない。

【0114】よって、電界は正負にかかわらず閾値よりも小さくなければならない。すなわち以下になる。

【0115】

$$|E_3| < E_0, \quad |E_4| < E_0 \dots (6)$$

以上から、(2)、(3)または(4)かつ(6)を満足するような電界の設定を行なうことにより、単純マトリックス駆動による表示が可能になる。

【0116】なお、粒子は電界に対して移動のしきい値を持つものであれば駆動は可能であり、粒子の色、帯電極性、帯電量、形状などの制限を受けるものではない。

【0117】(実施例1)次に第2実施形態の実施例について説明する。

【0118】画像表示媒体10の外側を構成する表示基板電極403Aおよび非表示基板電極404Bには、4mmピッチストライプ8本からなる透明電極ITO付き7059ガラス基板(40×50×1.1mm)を使用した。ガラス基板の粒子と接する内表面はポリカーボネート樹脂で厚さ5μmでコートされている。40×40×0.3mmのシリコンゴムプレートの中央部を15×15mmの正方形に切り抜いて空間を形成し、このシリコンゴムプレートを非表示基板403上に設置する。イソプロピルトリメトキシシラン処理したチタニアの微粉末を重量比100対0.1の割合で混合した体積平均粒径20μmの酸化チタン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子(積水化成工業(株)製テクポリマーMBX-20-ホワイトを分級)と、体積平均粒径20μmのカーボン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状微粒子(積水化成工業(株)製テクポリマーMBX-20-ブラックを分級)とを重量比2対1の割合で混合し、この混合粒子約25mgを前記シリコンゴムプレートの正方形に切り抜いた空間にスクリーンを通して振り落とす。その後、このシリコンゴムプレートに表示基板電極403Aを非表示基板電極404Bとがマトリックス状になるよう配置して密着させ、両基板間をダブルクリップで加圧保持して、シリコンゴムプレートと両基板とを密着させ、画像表示媒体10を形成する。このとき電極間距離は0.3mmとなる。

【0119】次に、駆動に必要な電位設定を先に述べたメカニズムに対応した例で示す。

【0120】駆動寄与する行を $V_{A+} = -4.00V$ 、寄与しない行を $V_{A-} = 0V$ 、白表示を行なう列を $V_{B+} = +4.00V$ 、黒表示を行なう列を $V_{B-} = 0V$ として、マトリックス駆動を行なった。本実施例の構成では、粒子移動のための閾値は±5.00Vであることから $E_0 = 1.5MV/m$ となる。同様に $E_1 = 2.4MV/m$ 、 $E_2 = 1.2MV/m$ 、

【0113】

$$E_4 = (V_{B-} - V_{A-}) / d \dots (5)$$

$m$ 、 $E_3 = 1.2MV/m$ 、 $E_4 = 0MV/m$ となる。

【0121】(4)式、(6)式を満たすので、マトリックス駆動が可能になる。ここでは、(4)式を満たす方法を用いたため、あらかじめ全面黒表示をする電界 $E_x = -2.4MV/m$ となるように全面の駆動をした後に表示駆動をおこなった。

【0122】その結果、1行あたり0.1秒の駆動時間で単一画素とまったく同じ濃度コントラストの任意の模様を作成ができた。

【0123】(実施例2)次に、多数のストライプおよび電極間距離を縮めたITO透明基板を用いて、駆動電圧を減じた駆動例を示す。

【0124】粒子の組み合わせは実施例1と同様で、ITO電極を行側に0.4mmピッチ480本のストライプを埋めこんだもの、列側に0.4mmピッチ640本の電極を埋めこんだものを用い、駆動ドライバとして行側には日立製ECN2112を15個、列側にはECN2001を20個並列に並べて行なった。電極間距離は0.12mmである。

【0125】実施例1同様、 $V_{A+} = -1.60V$ 、 $V_{A-} = 0V$ 、 $V_{B+} = +5.0V$ 、 $V_{B-} = 0V$ で実験をおこなった。 $E_1 = 1.75MV/m$ 、 $E_2 = 1.33MV/m$ 、 $E_3 = 0.42MV/m$ 、 $E_4 = 0MV/m$ で(4)式、(6)式を満たしている。(4)式を満たす方法を用いたため、あらかじめ全面黒表示をする電界 $E_x = -1.75MV/m$ となるように全面の駆動をした後に表示駆動をおこなった。その結果、1行あたり5msecの駆動時間で画像の表示を行なうことを確認できた。

【0126】[第3実施形態]以下、図面を参照して本発明の第3実施形態を詳細に説明する。

【0127】ここでは図40を用いて、画像情報に応じた電界を付与する直前に画像表示媒体に交番電界の付与を行う方法を説明する。電極403A、404Bを単純マトリックス構造にし、両電極によって挟まれた空間に帯電性の異なる複数の粒子群を封入する。電界発生装置402により各電極403A、404Bに電位を発生させ、シーケンサ406によって電極の電位を制御する。片方の面の電極403Aには画像情報に応じた電界を面内同時に付与し、他方の面の電極404Bには1行単位で粒子が駆動できる電界を付与させる。その際、電界発生装置は増幅装置407および波形発生装置405Bとリレー409からなっており、リレー409はON信号によってすべての電極404Bを短絡させることができるものである。また波形発生装置405BはトリガON信号によって決められた波形を発生するものである。

【0128】次に全面に交番電界をかける作用を説明する。リレー409がON状態になると一方の電極404



B面全面が同電位になり、イニシャライズ用の電位がシーケンサ406から投入される。A面、もしくはB面に波形発生装置405Bによって作成された電源405Aは、例えば波形発生装置(Wavetek社製)からくる波形を高圧電源により増幅して基板間に交番電界を付与し、粒子を強制的に振動させる。これにより粒子が帯電して電界によって移動しやすくなる。

【0129】その際、粒子と基板あるいは粒子同士の付着を引き剥がすことが必要であるため、剥離するための衝撃力に近いものを与える必要がある。粒子が静止している場合、電界による力によって粒子が付着している状態を脱しなければならない。その際、電界を徐々に増やすような方法を取るすなわち電界の波形を正弦波など徐々に強くなるようなものを用いると強固に付着した粒子をはがすことができない。そのため、電界の波形を矩形波にすることにより、一種の衝撃波が発生したような状態になって膠着した粒子を引き剥がす力が生じる。ここで、発生させる交番電界が矩形波であることからわかるように、矩形の一部を接地状態としても良い。この場合は間欠的な直流電界の発生となるが、作用はまったく変わらない。

【0130】次に、粒子が空中に存在する場合、粒子に加わる力は電界による鏡像力 $qE$ のみで対向面に力をかけつづけたまま付着する。このときの付着力 $F_{v1}$ は鏡像力に対する抗力となるため、付着した粒子を再び引き離すには付着したときに電界によって与えられた力 $qE_1$ 以上の力が必要となる。すなわち、 $E_1$ 以上の電界を付与すれば移動が可能になる。

【0131】そこで、交番電界の振幅を徐々に減ずることにより、粒子の基板間移動によって付着した付着力を減じ、かつ交番電界によって粒子同士、粒子と基板の接触による摩擦帯電を促し粒子の帯電量を増加させることにより粒子の電界による移動がしやすい状態にすることができる。

【0132】[第4実施形態]以下、図面を参照して本発明の第4実施形態を詳細に説明する。

【0133】図1には、本実施の形態に係る画像表示媒体10及び画像表示媒体10に画像を形成するための画像形成装置12が示されている。

【0134】画像表示媒体10は、画像が表示される側の表示基板14と該表示基板14と対向する非表示基板16との間に互いに色が異なる粒子18及び粒子20が封入された構成となっている。また、表示基板14及び非表示基板16は誘電体で構成されている。

【0135】ここで、表示基板14及び非表示基板16に用いられる誘電体としては、絶縁性の樹脂があげられる。また、自己支持性のあるフィルムが望ましく、例えば、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン等がある。

【0136】また、粒子18、20は、一方が絶縁性で

あればもう一方の粒子は導電性、正孔輸送性、電子輸送性、絶縁性のいずれの性質を持っていても良い。導電性粒子の材料としては、例えば、カーボンブラック、ニッケル、銀、金、錫、ステンレス等の金属やITO等の合金、酸化チタン等の無機顔料があり、導電性粒子は、これらを成分とする粒子やこれらを他の微粒子表面に被覆したり、含有したりした粒子である。具体的には、ジビニルベンゼンを主成分とする架橋共重合体からなる微粒子の表面に無電界ニッケルメッキを行った真球状導電性粒子(積水化学工業製マイクロパールNI(商品名))、さらにその後、金置換メッキを施した真球状導電性粒子(積水化学工業(株)製マイクロパールAU(商品名))があげられる。また、熱硬化性フェノール樹脂を炭素化焼成して得られるアモルファスカーボンの真球状導電性粒子(ユニチカ(株)製ユニベックスGCP、H-Type(商品名):体積固有抵抗 $\leq 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ )、さらに金、銀などの金属を表面被覆した真球状導電性粒子(ユニチカ(株)製ユニベックスGCP(商品名):体積固有抵抗 $\leq 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ )、シリカ、アルミナの真球状酸化物微粒子の表面にAg及び酸化錫をコーティングした真球状導電性粒子((株)アドマテックス製アドマファイン(商品名))、あるいはスチレンやアクリルやフェノール樹脂やシリコン樹脂やガラスなど各種材料からなる母粒子の表面に導電性の微粉末を付着させたり、埋め込んだりした粒子があげられる。また、異なる色の粒子として、シアン、マゼンタ、イエロー、レッド、グリーン、ブルーなどの有色の粒子のほか、白色あるいは黒色の無色の粒子も含む。白色あるいは黒色の粒子としては、ジビニルベンゼンを主成分とする架橋共重合体からなる真球状粒子(積水化学工業製マイクロパールSP、マイクロパールBB(商品名))、架橋ポリメチルメタクリレート(架橋ポリメタクリル酸メチル)の微粒子(積水化成工業(株)製MBX-20ブラック、ホワイト(商品名)など)、架橋ポリアクリル酸エステルの微粒子(積水化成工業(株)製ARX-15ブラック、ホワイト(商品名)など)、架橋ポリメタクリル酸ブチルの微粒子(積水化成工業(株)製BMX-15ブラック、ホワイト(商品名)など)、ポリテトラフルオロエチレンの微粒子(ダイキン工業(株)製ルブロンL、Shamrock Technologies Inc.製SST-2(商品名))、シリコン樹脂微粒子(東芝シリコン(株)製トスパール(商品名))などがあげられる。

【0137】また、絶縁性粒子の材料としては、絶縁性の樹脂や無機物質等がある。例えば、ポリスチレン、ポリエステル、アクリル、シリコン等の樹脂、エンジニアリングプラスチック、ガラス、セラミックス等の無機物質がある。

【0138】また、正孔輸送機能をもつ材料としては、ヒドラゾン化合物やスチルベン化合物、ピラゾリン化合物、アリアルアミン化合物等がある。電子輸送機能を持

つ材料としては、フルオレノン化合物、ジフェノキノ  
誘導体、ピラン化合物、酸化亜鉛等がある。

【0139】なお、本実施の形態では、粒子18は黒色  
の黒色粒子18、粒子20は白色の白色粒子20であ

り、以下のような特性を有する。

【0140】

【表3】

粒子種類	材質	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	体積密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
黒色粒子	アモルファスカーボン	7.0	1350
白色粒子	架橋ポリアクリル酸エステル	15	1090

また、基板間に黒色粒子18と白色粒子20とがほぼ等  
量で、かつ空隙中の体積充填率が50%以下となるよう  
に封入されれば画像表示が可能となるが、40%以下と  
した方が画像のコントラストがよくとれるため好まし  
い。また、それぞれの粒子は仕事関数が異なり、仕事関  
数の大きい黒色粒子18は相互の接触により正帯電し、  
仕事関数の小さい白色粒子は相互の接触により負帯電す  
る。

【0141】また、導電性粒子の表面に正孔輸送機能、  
もしくは電子輸送機能をもつ材料を被覆することにより  
それぞれの機能を持つ粒子を生み出すことができる。

【0142】粒子が絶縁性の場合には基板の電気的性質  
が絶縁、導電、正孔輸送、電子輸送のいずれの性質にお  
いても粒子への電荷注入は行われず、粒子の摩擦帯電の  
極性に応じて、基板間の電界によって移動した。例え  
ば、基板を絶縁性のポリカーボネート樹脂でコートした  
電極で挟んだ空間に2種類の架橋ポリメチルメタクリレ  
ートの絶縁性球状微粒子（積水化成品工業製MBX-ブ  
ラックおよびホワイト）を封入した場合、基板表面の性  
質がいずれのものであっても電界に応じて2種類の粒子  
は互いに異なる基板へ移動した。また、電荷輸送性を持  
つ基板、粒子でも基板から粒子へ電荷注入が行われない  
場合には上記と同様の結果を得た（図44に示す上記A  
①の例参照）。

【0143】また、一方の粒子が基板からの電荷注入を  
受ける場合においても、前記仕事関数の相違が粒子間に  
存在するため粒子相互の接触によって絶縁性粒子は帯電  
する。たとえば、一方の基板を正孔輸送性を持つ電極、  
他方の基板を絶縁性ポリカーボネート樹脂でコートした  
電極で挟んだ空間に真球状導電性粒子（積水化学工業製  
マイクロパールAU）、および架橋ポリメチルメタクリレ  
ートの絶縁性球状微粒子（積水化成品工業製MBX-ホ  
ワイト）に負極性外添剤を添加した粒子を混合して封入  
した例では、負極性に帯電した絶縁性粒子は基板間の電  
界にしたがって移動した。一方、導電性粒子は正孔輸送  
性を持つ電極からの正孔注入によって正極性に帯電し、  
負極の絶縁性基板へ移動して付着した。電界を切り替え  
るとそれぞれの粒子は互いに逆方向へ移動した。

【0144】よって絶縁性の基板面（表示面）から粒子  
の状態を見ると、表示面が負極のとき導電性の粒子によ  
り金色が表示され、表示面が正極のとき絶縁性粒子が表  
示面に付着して白色を表示した（図45に示す上記B'  
①の例参照）。

【0145】また、一方の粒子が基板からの電荷注入を  
受ける場合においても、前記仕事関数の相違が粒子間に  
存在するため粒子相互の接触によって絶縁性粒子は帯電  
する。たとえば、一方の基板をITO電極、他方の基板  
をポリカーボネート樹脂でコートした電極で挟んだ空間  
に真球状導電性粒子（積水化学工業製マイクロパールA  
U）、および架橋ポリメチルメタクリレートの絶縁性球  
状微粒子（積水化成品工業製MBX-ブラック）を混合  
して封入した側では、帯電した絶縁性粒子は基板間の電  
界にしたがって移動した。本実施例では絶縁性粒子は正  
に帯電して負極に移動した。一方、導電性粒子は電極か  
ら受ける電荷注入によって導電性の電極から注入を受  
け、絶縁性の基板にすべての粒子が付着した。

【0146】よって絶縁性の基板面（表示面）から粒子  
の状態を見ると、表示面が負極のとき絶縁性の粒子と導  
電性の粒子が混合して黒く表示され、表示面が正極のとき  
導電性粒子が表示面に付着して金色を表示した（図4  
6に示す上記B' ③の例参照）。

【0147】また、基板が双方導電性であった場合、図  
47に示すように導電性粒子は電界付与によって双方の  
基板から電荷注入を受け振動したが、電界を停止すると  
同時に粒子の移動も停止するため、導電性粒子は双方の  
基板に均等に付着した。しかし、絶縁性粒子は電界に応  
じて一方の基板に付着するため表示面には黒および金自  
の表示が行われた（図47に示す上記B' ②の例参照）。

【0148】2種類の粒子がともに電荷注入による帯電  
を行ない、帯電極性が定まらない場合、粒子の帯電極性  
がともに一定しないため、どちらの基板に向かうか不定  
となりコントラストがとれない。また、色の異なる粒子  
同士で電荷を交換し合い中和されるため移動しなかった  
（図43に示す空欄の例）。

【0149】画像形成装置12は、印字電極11、対向  
電極26、電源28等を備えている。

【0150】図1及び図2(A)に示すように、印字電極11は、基板13と、直径が例えば100 $\mu$ mの複数の電極15とから構成される。

【0151】また、複数の電極15は、図2(A)に示すように、基板34の片側の面に画像表示媒体10の搬送方向(図中矢印B方向)と略直交する方向(すなわち、主走査方向)に沿って画像の解像度に応じて所定間隔に1列に並べられている。電極15は、図2(B)に示すように正方形でもよいし、図2(C)に示すようにマトリクス状に配置されていてもよい。

【0152】各電極15には、図3に示すように、AC電源17AとDC電源17Bとが接続制御部19を介して接続されている。接続制御部19は、一端が電極15に接続され、かつ、他端がAC電源17Aに接続されたスイッチ21Aと、一旦が電極15に接続され、かつ、他端がDC電源17Bに接続されたスイッチ21Bからなる複数のスイッチで構成されている。

【0153】このスイッチは制御部60によりオンオフ制御され、AC電源17A及びDC電源17Bと電極15とを電気的に接続する。これにより、交流電圧や直流電圧、又は交流電圧と直流電圧とを重畳した電圧を印加することができる。

【0154】次に、第4の実施の形態における作用を説明する。

【0155】まず、画像表示媒体10が図示しない搬送手段により図中矢印B方向へ搬送され、印字電極11と対向電極26との間に搬送されると、制御部60は、接続制御部19に指示して全てのスイッチ21Aをオンさせる。これにより、すべての電極15にAC電源17Aから交流電圧が印加される。

【0156】交流電圧が電極15に印加されると、画像表示媒体10内の黒色粒子18及び白色粒子20が表示基板14と非表示基板16との間を往復運動する。これにより、粒子同士の摩擦や粒子と基板との摩擦により黒色粒子18及び白色粒子20は摩擦帯電され、例えば黒色粒子18がプラスに帯電され、白色粒子20は帯電されないか、又はマイナスに帯電される。なお、以下では、白色粒子20はマイナスに帯電されるものとして説明する。

【0157】そして、制御部60は、接続制御部19に指示して画像データに応じた位置の電極15に対応するスイッチ17Bのみをオンさせ、画像データに応じた位置の電極15に直流電圧を印加させる。例えば、非画像部に直流電圧を印加し、画像部には直流電圧を印加しないようにする。

【0158】これにより、電極15に直流電圧が印加されていた場合、図4に示すように印字電極11が表示基板14と対向する部分にあったプラスに帯電された黒色粒子18は、電界の作用により非表示基板16側へ移動する。また、非表示基板16側にあったマイナスに帯電

された白色粒子20は電界の作用により表示基板14側へ移動する。従って、表示基板14側には白色粒子20のみが現れるため、非画像部に対応する部分に画像は表示されない。

【0159】一方、電極15に直流電圧が印加されていない場合、印字電極11が表示基板14と対向する部分にあったプラスに帯電された黒色粒子18は、電界の作用に表示基板14側にそのまま維持される。また、非表示基板16側にあったプラスに帯電された黒色粒子20は電界の作用により表示基板14側へ移動する。従って、表示基板14側には黒色粒子20のみが現れるため、画像部に対応する部分に画像が表示される。

【0160】これにより、表示基板14側には黒色の粒子18のみが現れるため、画像部に対応する部分に画像が表示される。

【0161】このようにして、画像に応じて黒色粒子18及び白色粒子20が移動し、表示基板14側に画像が表示される。なお、白色粒子20が帯電されていない場合、黒色粒子18のみが電界の影響を受けて移動する。画像が表示されない部位での黒色粒子18は非表示基板16に移動し、表示基板14側からは白色粒子20によって隠蔽されるため画像の表示は可能である。また、画像表示媒体10の基板間に発生していた電界が消失した後、粒子固有の付着力により表示された画像は維持される。また、これらの粒子は、基板間に電界が発生すれば再び移動することができるため、画像形成装置12により繰り返し画像を表示させることができる。

【0162】このように、空気を媒体として帯電した粒子を電界により移動させるため、安全性が高い。また、空気は粘性抵抗が低いため、高速応答性を満足させることもできる。

〔第5実施形態〕次に、第5実施形態について説明する。

【0163】図4に示す画像形成装置12では、画像表示媒体10内の黒色粒子18及び白色粒子20を帯電し、表示基板14側に黒色粒子18を一様に付着させるためのイニシャライザ40を備えている。なお、上記の点以外は、第1の実施の形態で示した画像形成装置12と同一であるため、その詳細な説明を省略する。

【0164】イニシャライザ40は、図5に示すように、一対の電極23を備えており、この電極には、交流電源25が接続されている。

【0165】交流電源25は、電極23に交流電圧を印加する。これにより、画像表示媒体10内の黒色粒子18及び白色粒子20が表示基板14と非表示基板16との間を往復運動する。これにより、粒子同士の摩擦や粒子と基板との摩擦により黒色粒子18及び白色粒子20は摩擦帯電され、例えば黒色粒子18がプラスに帯電され、白色粒子20は帯電されないか、又はマイナスに帯電される。なお、以下では、白色粒子20はマイナスに

帯電されるものとして説明する。また、交流電圧と直流電圧とを重畳した電圧を印加するようにしてもよい。なお、粒子が基板間に封入した時点で帯電されていた場合や、繰り返し書き換えた場合等により画像形成を行う前から粒子が帯電されていた場合には、粒子間摩擦や粒子と基板間の摩擦により十分に帯電される。

【0166】また、図6に示すように、対向する表示基板14、非表示基板16に一对の振動子27を接触させ、これに交流電源29により交流電圧を与えて振動子27を振動させ、これにより粒子を振動させて摩擦帯電するようにしてもよい。

【0167】また、図7に示すように、一对の磁気プレート31により粒子を交番磁界で攪拌して粒子間摩擦や粒子と基板表面との摩擦を誘発して粒子を帯電させるようにしてもよい。磁気プレート31は、画像表示媒体10の進行方向にしたがって磁極が次々に変化するものである。このため、磁気吸引される黒色粒子18は磁極ごとに吸引離間を繰り返し、基板内を動き回り粒子同士が接触し、静電的な電荷が粒子に付与される。磁気プレート31は磁性を示して粒子の磁気吸引を促すものであればいかなるものを用いても良く、例えば、磁気プレート31の代わりにコイルを用いて画像表示媒体10の通過時に電流を流すことにより電磁石の作用を用いて磁場を形成し、これにより摩擦帯電させるようにしてもよい。また、画像表示媒体10が磁界を離れる位置で磁界の方向を一定にすることで、例えば黒色粒子18を所望の一方の基板側に付着させることができ、電界による画像形成時の像抜けを防止することができる。また、磁気プレート31の一方の面を他方の面より長くすることにより、一方の面に磁気吸引される粒子を最終的に集めるようにしてもよい。

【0168】なお、上記の場合は例えば少なくとも黒色粒子18又は白色粒子20は磁性を帯びていることが必要になる。粒子には例えばコアに磁性を持った粉、シェルに隠ぺい力のある顔料で着色された樹脂からなる粒子を用いることができる。磁性を持たせる物質としてはマグネタイト、フェライト、鉄などの強磁性を示す金属、合金または酸化物の粉末や黒色マグネタイト、γ-ヘマタイト、二酸化クロム、フェライト等の酸化物磁性材料やコバルト、ニッケル等の合金系の金属磁性材料を粉末もしくは薄片を用い、隠ぺい力のある着色材として、カーボンブラックを用いれば黒色粒子、白色顔料たとえば酸化チタンなどを用いることにより白色粒子とすることができる。

【0169】ここで、黒色粒子18及び白色粒子20は互いに反対の極性に帯電することが望ましい。互いに反対の極性に帯電させることにより、電界により移動して画像形成する際に、粒子が移動させたい基板と反対の基板へ移動し、付着するのを防止することができる。また、画像部を形成する粒子と非画像部を形成する粒子と

が電界によって反対の方向に移動するため、コントラストおよび尖鋭度の高い画像を形成することができる。

【0170】次に第5実施形態の作用について説明する。

【0171】図4に示す画像表示媒体10が図示しない搬送手段により図中矢印B方向に搬送され、図5に示すようにイニシャライザ40の電極23の間に搬送されると、交流電源25により交流電圧が印加される。

【0172】これにより、画像表示媒体10内の黒色粒子18及び白色粒子20が表示基板14と非表示基板16との間を往復運動し、粒子同士の摩擦や粒子と基板との摩擦により黒色粒子18及び白色粒子20は摩擦帯電され、例えば黒色粒子18がプラスに帯電され、白色粒子20がマイナスに帯電される。

【0173】そして、画像表示媒体10が印字電極11の位置まで搬送されると、制御部60は、接続制御部19に指示して画像データに応じた位置の電極15に対応するスイッチ21Bのみをオンさせ、画像データに応じた位置の電極15に直流電圧を印加させる。例えば、非画像部に直流電圧を印加し、画像部には直流電圧を印加しないようにする。

【0174】これにより、電極15に直流電圧が印加されていた場合、図4に示すように印字電極11が表示基板14と対向する部分にあったプラスに帯電された黒色粒子18は、電界の作用に非表示基板16側へ移動する。また、非表示基板16側にあったマイナスに帯電された白色粒子20は電界の作用により表示基板14側へ移動する。従って、表示基板14側には白色粒子20のみが現れるため、非画像部に対応する部分に画像は表示されない。

【0175】一方、電極15に直流電圧が印加されていない場合、印字電極11が表示基板14と対向する部分にあったプラスに帯電された黒色粒子18は、電界の作用に表示基板14側にそのまま維持される。また、非表示基板16側にあったプラスに帯電された黒色粒子20は電界の作用により表示基板14側へ移動する。従って、表示基板14側には黒色粒子20のみが現れるため、画像部に対応する部分に画像が表示される。

【0176】このようにして、画像に応じて黒色粒子18及び白色粒子20が移動し、表示基板14側に画像が表示される。なお、白色粒子20が帯電されていない場合、黒色粒子18のみが電界の影響を受けて移動する。画像が表示されない部位での黒色粒子18は非表示基板16に移動し、表示基板14側からは白色粒子20によって隠蔽されるため画像の表示は可能である。また、画像表示媒体10の基板間に発生していた電界が消失した後も、粒子固有の付着力により表示された画像は維持される。また、これらの粒子は、基板間に電界が発生すれば再び移動することができるため、画像形成装置12により繰り返し画像を表示させることができる。

【0177】このように、空気を媒体として帯電した粒子を電界により移動させるため、安全性が高い。また、空気は粘性抵抗が低いため、高速応答性を満足させることもできる。

【0178】なお、印字電極11に代えて、図8に示すようなマトリックス電極33により電圧を印加するようにしてもよいし、図9に示すように画素電極35により電圧を印加するようにしてもよい（所謂アクティブマトリックス駆動）。

【0179】〔第6実施形態〕以下、図面を参照して第6実施形態について説明する。

【0180】第6実施形態では、図10に示すようなイオン照射ヘッド41を用いた場合について説明する。

【0181】イオン照射ヘッド41は、画像表示媒体10と離れた位置で生成した気中イオンを、画像情報にしたがって画像表示媒体10上に照射する。図10に示すように、イオン照射ヘッド41は、気中イオン発生部92とイオン流制御部94から成り、気中イオン発生部92は、例えば図10に示したように電極ワイヤ96に高電圧を印加し、シールド部材98との間でコロナ放電を起こさせることによって、気中イオンを発生させる。またイオン流制御部94は、記録幅方向に所望の解像度に分割して設けられた制御電極100と、気中イオン発生部で発生したイオンを画像表示媒体10上へ照射する開口部102を有しており、制御電極100への印加電圧極性により、発生したイオンの開口部102の通過を制御する。

【0182】また、イオン流制御部94は画像表示媒体10と対向して配置され、開口部102を通過したイオンはイオン照射ヘッド41と対向電極26との間に形成される電界にしたがって画像表示媒体10上に付着する。各制御電極100には、画像情報に従って電圧が印加され、画像表示媒体10上に画像が形成される。

【0183】また、図11に示すようなスタイラス電極43を用いてもよい。スタイラス電極43は、針状の電極を所望の画像解像度が得られるように多数配列したものである。スタイラス電極39は、図11に示すように、針状電極104を画像表示媒体10に近接配置し、画像信号に従って対向電極26との間に高電圧を印加すると、特に針状電極104の先端部に高い電界が作用し、ここでコロナ電荷が発生する。発生したコロナ電荷は、針状電極104と対向電極26との間に形成される電界によって画像表示媒体10上に付着する。これにより、画像表示媒体10上に画像が形成される。

【0184】〔第7実施形態〕以下、図面を参照して第7実施形態について説明する。

【0185】第7実施形態では、図12に示すように、少なくとも一方、例えば非表示基板16の外側に、光が照射されることにより導電性を示す光導電層45を積層し、さらにその上に一様な電圧を印加できる電極付基板

47を形成し、この電極付基板47に直流電源49により一様な電圧印加を行いながら、液晶透過パネル51及び平板光源53から成る露光装置55により画像信号に基づいた像状の露光を行い、そのパターンに従った分布を有する電界を与える。なお、光露光による画像形成を行う前に、各粒子を色に応じて何れかの基板に移動しておく（イニシャライズ）。

【0186】この構成を用いた場合は、露光を行わない時は、光導電層45は実質的に誘電層として作用しており、露光状態では、ほぼ導電層として作用する。従って、電源49から印加する一様な直流電圧は、非露光領域においては光導電層47に印加される電圧によって、基板間に作用する電圧が粒子の移動に満たないレベルになり、露光領域では、印加される電圧がほとんど基板間に作用して、粒子が移動できるレベルになるように電圧値が設定されている。このような構成は、微細な電極加工を必要とせず、高解像度な画像表示を行うことができるという固有の効果を有する。光導電層47は、一般的な電子写真感光体で使用されている有機の光導電層と同様に、電荷輸送層としてトリフェニルアミン系正孔輸送材料Ae-18とポリカーボネート(PC-Z)によるバインダを1対1の割合で混合した固形成分のテトラヒドロフラン溶液をディップコートした上に、電荷発生材料として塩化アルミニウムフタロシアニンのVMCH(塩ビ/酢共重合体)樹脂/酢酸-n-ブチル溶液分散液をディップコートすることによって作製することができる。なお、上記積層順は逆でも構わない。また、上記光導電層47を構成する有機の電荷発生材料としては、他にアゾ系顔料、キノ系顔料、ペリレン系顔料、インジゴ系顔料、チオインジゴ系顔料、ビスベンゾイミダゾール系顔料、フタロシアニン系顔料、キナクリドン系顔料、キノリン系顔料、レーキ系顔料、アゾレーキ系顔料、アントラキノ系顔料、オキサジン系顔料、ジオキサジン系顔料、トリフェニルメタン系顔料、アズレニウム系染料、スクウェアリウム系染料、ピリリウム系染料、トリアリルメタン系染料、キサンテン系染料、チアジン系染料、シアニン系染料等の顔料、染料等でも良く、また、電荷輸送材料としては、正孔性電荷輸送物質であるピレン系、カルバゾール系、ヒドラゾン系、オキサゾール系、オキサジアゾール系、ピラゾリン系、アリールアミン系、アリールメタン系、ベンジジン系、チアゾール系、スチルベン系、ブタジエン系等の化合物などの低分子化合物と、高分子化合物としては、例えば、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ハロゲン化ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリビニルピレン、ポリビニルアンスラセン、ポリビニルアクリジン、ピレン-ホルムアルデヒド樹脂、エチルカルバゾール-ホルムアルデヒド樹脂、トリフェニルメタンポリマー、ポリシランや、電子輸送材料であるベンゾキノ系、テトラシアノエチレン系、テトラシアノキノジメタン系、フルオ

レノン系、キサントン系、フェナントラキノン系、無水フタル酸系、ジフェノキノン系等を用いることもできる。上記有機の光導電材料の他に、アモルファスシリコン、アモルファスセレン、テルル、セレン-テルル合金、硫化カドミウム、硫化アンチモン、酸化チタン、酸化亜鉛、硫化亜鉛等の無機材料を用いることができる。

【0187】また、露光装置55としては、平板光源53（フジカラー販売製カラーイルミネータープロST（商品名））の上に載せた液晶透過パネル51を用いている。このような露光装置55を画像表示媒体10に密着させて、液晶透過パネル51を通過した光を直接画像表示媒体10の光導電層47に照射しながら電圧を印加することにより、液晶透過パネル51と同じパターンの画像が画像表示媒体10表面に形成される。

【0188】なお、露光装置55としては、上記の他にCRTのような面発光デバイスとファイバー光学系や結像光学系などを組み合わせたもの、蛍光表示管、プラズマ発光素子、EL発光素子、LED発光素子などをライン状あるいは面状に配列し、一次元光書き込みまたは二次元光書き込み装置などを構成したもの、さらに、レーザー光源を走査光学系により一次元、または二次元的に走査する方法等を用いることができる。また蛍光灯、ハロゲンランプなどからの出射光をOHPフィルムのような透過フィルムを通過させた透過光、反射物を照らした反射光などを光導電層47に直接照射したり、結像光学系を用いて結像したものを用いても良い。

【0189】〔第8実施形態〕以下、図面を参照して第8実施形態について説明する。

【0190】第8実施形態では、図13に示すように、帯電させた黒色粒子18中に光照射によって導電性を示す光導電材料を含有させ、像状の露光パターンに従った領域の粒子を選択的に非帯電状態にし、基板間の一様な電界に従って該基板内の帯電粒子を移動させる。

【0191】光導電材料を含有した光電性粒子は以下のようにして作製することができる。まず、ポリエステル樹脂100重量部、塩化ガリウムフタロシアニンを5重量部、トリフェニルアミン20重量部、酢酸エチル110重量部をボールミルで48時間分散しA液とする。一方、カルボキシメチルセルロース2%水溶液を100重量部調整し、B液とする。次に、乳化器でB液100重量部を攪拌し、その中にA液50重量部をゆっくり投入して混合液を懸濁する。その後、減圧下で酢酸エチルを除去し、水洗、乾燥、分級して青色の光導電性粒子を作製する。

【0192】次に、このようにして作製した光電性粒子を用いた画像表示媒体10に画像を形成する場合について説明する。上記光導電性粒子18及び異なる色（ここでは白色）の絶縁性粒子20を図5で示した交番電界による帯電方法により非露光状態で攪拌、衝突させ、予め帯電させておく。なお、ここでは光導電性粒子18はプラスの極性に帯電している。次に、図13に示す露光装

置55により、露光を行う。なお、露光装置55の液晶透過パネル51の表示パターンは、図12に示した露光装置55の液晶透過パネル51の表示パターンをネガ状態に反転したものとなっている。これは、光が照射された領域の光導電性粒子18中に電子及び正孔のキャリアが発生し、帯電によるプラスの表面電荷が露光によって発生した電子により相殺され、露光終了後に非帯電状態になることを利用していることにより露光領域の粒子が移動しないためである。

【0193】なお、画像表示媒体10の基板は、ガラス基板の他、フレキシブル性を有するプラスチック基板を用いることができるが、紙ハードコピーに近いフレキシブル性やラフな取り扱いにも耐えられる機械強度に優れる点でプラスチック材料を用いる事が望ましい。そのようなプラスチック基板としては、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル系フィルム、ポリカーボネート、ポリイミド等がある。

【0194】また、図14に示すように、露光装置55として電子写真装置で用いられるレーザー走査露光装置57を用いて露光してもよい。この場合、フレキシブル基板を用いた画像表示媒体10の表示面と反対側の面を表面にするようにしてドラム61に巻き付け、画像表示媒体10に直流電源59により直流電圧を印加しながらレーザー露光とドラム61の回転によって2次元露光を行うことにより、画像表示媒体10に画像を形成することができる。なお、画像露光前にはイニシャライズを行っておく。

【0195】〔第9実施形態〕次に、第9実施形態について説明する。

【0196】図15には、第9実施形態における画像形成装置12が示されている。画像形成装置12は、静電潜像形成部22、ドラム状の静電潜像担持体24、対向電極26、直流電圧電源28等を備えている。

【0197】静電潜像形成部22は、帯電装置80、光ビーム走査装置82を備えている。この場合、静電潜像担持体24は、感光体ドラム24を使用することができる。感光体ドラム24は、ドラム状にしたアルミニウムやSUSなどの導電性基体に光導電層を形成したもので、光導電層としては公知の種々の材料を使用することができる。たとえば $\alpha$ -Si、 $\alpha$ -Se、 $As_2Se_3$ などの無機光導電性材料や、PVK/TNFなどの有機光導電性材料を用いることができ、これらはプラズマCVDや蒸着法やディッピング法などにより形成することができる。また必要に応じて電荷輸送層やオーバーコート層等を形成してもよい。

【0198】帯電装置80は、静電潜像担持体24の表面を所望の電位に一樣に帯電する。帯電装置80は、感光体ドラム24の表面を任意の電位に帯電させられるものであればよく、本実施の形態では電極ワイヤに高電圧を印加し、静電潜像担持体24との間でコロナ放電を発

生させて、感光体ドラム24の表面を一様に帯電するコロトロンを使用したものとする。この他にも、導電性のロール部材、ブラシやフィルム部材等を感光体ドラム24に接触させ、これに電圧を印加して感光体ドラム表面を帯電するものなど、公知の種々の帯電器を使用することができる。

【0199】光ビーム走査装置82は、帯電された静電潜像担持体24の表面を画像信号に基づいて微小スポット光を照射し、静電潜像担持体24上に静電潜像を形成する。光ビーム走査装置82は、画像情報にしたがって感光体ドラム24表面に光ビームを照射し、一様に帯電された感光体ドラム24上に静電潜像を形成するものであればよく、本実施の形態ではポリゴンミラー84、折り返しミラー86、図示しない光源やレンズ等を備えた結像光学系により、所定のスポット径に調整されたレーザビームを画像信号に応じてオンオフさせながらポリゴンミラー84によって感光体ドラム24の表面を光走査させるROS(Raster Output Scanner)装置とする。この他にもLEDを所望の解像度に応じて並べたLEDヘッド等を使用してもよい。

【0200】なお、静電潜像担持体24の導電性支持体24Aは接地されている。また、静電潜像担持体24は、図中矢印A方向へ回転する。

【0201】対向電極26は、例えば弾性を有した導電性ロール部材で構成されている。これにより、画像表示媒体10とより密着させることができる。また、対向電極26は、静電潜像担持体24と図中矢印B方向へ図示しない搬送手段により搬送される画像表示媒体10を挟んで対向した位置に配置されている。対向電極26は、直流電圧電源28が接続されている。対向電極26は、この直流電圧電源28によりバイアス電圧 $V_B$ が印加される。この印加するバイアス電圧 $V_B$ は、例えば図2に示すように、静電潜像担持体24上の正の電荷が帯電した部分の電位を $V_H$ 、帯電されていない部分の電位を $V_L$ とした場合、両者の中間の電位となるような電圧とする。また、対向電極26は図12において矢印C方向に回転する。

【0202】次に、第9実施形態における作用を説明する。

【0203】静電潜像担持体24が図15において矢印A方向に回転開始されると、静電潜像形成部22により静電潜像担持体24上に静電潜像が形成される。

【0204】一方、画像表示媒体10は、図示しない搬送手段により図中矢印B方向へ搬送され、静電潜像担持体24と対向電極26との間に搬送される。

【0205】ここで、対向電極26は図16に示すようなバイアス電圧 $V_B$ が印加されており、対向電極26と対向する位置の静電潜像担持体24の電位は $V_H$ となっている。このため、静電潜像担持体24の表示基板14と対向する部分が正の電荷で帯電されていた場合(非画

像部)で、かつ表示基板14の静電潜像担持体24と対向する部分に黒色粒子18が付着していた場合には、正に帯電している黒色粒子18は、表示基板14側から非表示基板16側へ移動し、非表示基板16に付着する。これにより、表示基板14側には白色の絶縁性粒子20のみが現れるため、非画像部に対応する部分に画像は表示されない。

【0206】一方、静電潜像担持体24の表示基板14と対向する部分が正の電荷で帯電されていない場合(画像部)で、かつ非表示基板16の対向電極26と対向する部分に黒色粒子18が付着していた場合には、対向電極26と対向する位置の静電潜像担持体24の電位は $V_L$ となっているので、帯電された黒色粒子18は、非表示基板16側から表示基板14側へ移動し、表示基板14に付着する。これにより、表示基板14側には黒色粒子18のみが現れるため、画像部に対応する部分に画像が表示される。

【0207】このようにして、画像に応じて黒色粒子18が移動し、表示基板14側に画像が表示される。なお、画像表示媒体10の基板間に発生していた電界が消失した後も、粒子固有の付着力及び粒子と基板間の鏡像力により表示された画像は維持される。また、黒色粒子18及び白色粒子20は、基板間に電界が発生すれば再び移動することができるため、画像形成装置12により繰り返し画像を表示させることができる。

【0208】このように、対向電極26にバイアス電圧が印加されているため、黒色粒子18が表示基板14、非表示基板16の何れの基板に付着している場合であっても黒色粒子18を移動させることができる。このため、黒色粒子18を予め一方の基板側に付着させておく必要がない。また、コントラスト及び尖鋭度の高い画像を形成することができる。さらに、空気を媒体として帯電した粒子を電界により移動させるため、安全性が高い。また、空気は粘性抵抗が低いので、高速応答性を満足させることもできる。

【0209】なお、画像表示媒体10の構成として、例えば図17に示すように、画像表示媒体10の対向する基板の間をセル構造とし、各セル37に粒子を封入するようにしてもよい。これにより、基板間に封入された粒子の部分的な偏りが抑えられ、より安定な画像表示を行うことができる。また、セル壁39により対向する基板の間隙が一定に規制されるため、静電気力による画像表示をより安定に行うことができる。さらに、画像表示媒体10に圧力が加わった際に、画像表示媒体10がつぶれて封入された粒子がパッキングされ、静電気力による粒子の移動ができなくなることもなくなるため、それに起因する表示欠陥を防止することができる。

【0210】上記のセル構造を有する画像表示媒体10は、少なくとも一方の基板をエッチング処理やレーザ加工、あるいは予め作製した型を使用し、プレス加工、印



刷などによって、任意のサイズのセルパターンを形成した後、各セルに所望の粒子を入れ、その上から対向する基板を接着することで形成することができる。

【0211】上記のセル構造を有する画像表示媒体10は、表示基板、非表示基板間に多数の開口を持つシートを挟み、各セルに所望の粒子を入れ、その上から対向する基板を接着することで形成することができる。多数の開口を持つシートとして、例えば、網があり、網は入手が容易で安価であり、厚さなども比較的均一であることから、安価に表示媒体を製造する場合など効果的である。この方法は、微細な表示のための表示媒体ではなく解像度のあまり必要としない大型の表示装置向けの技術である。また、他の多数の開口を持つシートの例として、シートにエッチングやレーザー加工などにより穴をあけたシートがあり、このシートは前記の網に比べシートの厚さや穴の形状などに自由度が大きい。このため、微細な表示を行うための表示媒体であったり、よりコントラストを上げる場合などに効果的である。

【0212】また、対向する基板の間隙を規制するには、セル構造の他にも図18に示したように、所望の間隙と同等の大きさのスペーサ粒子38を封入し、これによって間隙を規制することもできる。この方法では、粒子の部分的な偏りを防ぐ作用はないが、セル構造を形成するよりも非常に簡単かつ安価に画像表示媒体10を形成することができる。スペーサ粒子としては、表示画像に影響の少ない透明粒子を使用するのが好ましく、例えばガラス粒子や、ポリスチレンやポリエステルやアクリルなどの透明樹脂粒子等を使用することができる。

【0213】また、本実施の形態では、黒色粒子18が予め表示基板14側に一様に付着させていない場合を例に説明したが、これに限らず、前述したイニシャライザ40により予め表示基板14側に一様に付着させておいてもよい。

【0214】また、本実施の形態では、静電潜像担持体24上の正電荷に帯電された部分を非画像部、帯電されていない部分を画像部として説明したが、これに限らず、電荷の極性、画像部及び非画像部の極性、粒子の極性を適宜組み合わせることにより画像形成を行うようにしてもよい。例えば、静電潜像担持体24上の正電荷に帯電された部分を画像部、帯電されていない部分を非画像部とし、黒色粒子18がマイナスに帯電され、白色粒子20がプラスに帯電されるようにしてもよい。

【0215】[第10の実施の形態]次に、第10の実施の形態について説明する。第10の実施の形態では、繰り返し使用可能な画像表示媒体10に画像を形成することできると共に、通常の記録用紙に画像を形成することもできる画像形成装置について説明する。

【0216】図19には、画像表示媒体10及び通常の記録用紙のどちらにも画像を形成することができる画像形成装置12が示されている。なお、第4実施形態で示

した画像形成装置12と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0217】図18に示すように、画像形成装置12は、現像装置50、転写装置52、クリーニング装置54、定着装置56、媒体検出センサ58、及び制御部60を備えている。

【0218】現像装置50は、静電潜像形成部22により静電潜像担持体24上に形成された静電潜像をトナー現像する。トナー像の画像形成は電子写真で一般に用いられている方法を用いることができ、例えば、磁性一成分、非磁性一成分、二成分現像、また現像ロールは接触、非接触の何れの現像方法を用いてもよい。

【0219】転写手段52は、直流電圧電源62と接続されている。転写手段52は、直流電圧電源62により電圧が印加されることにより静電潜像担持体24上に形成されたトナー像を記録用紙64に転写する。転写部材は、コロトロン、ロールなどの電界による転写を行なう部材であればいかなる物を用いてもよい。

【0220】また、記録用紙64へのトナー像の転写、画像表示媒体10への画像形成は共に電圧を印加することにより行うことから、転写装置52を、図20に示すように対向電極26と共用してもよい。この場合は、直流電圧電源28を、印加する電圧を制御できる電源とすればよい。

【0221】クリーニング装置54は、転写後に静電潜像担持体24上に残ったトナーを除去する。また、クリーニング部材については、ブラシ、ロール、ブレード等の部材を用いることができる。

【0222】定着装置56は、所定温度に加熱することができる一対の定着ローラ66を備えている。この加熱された定着ローラ66により記録用紙64を挟持搬送することにより記録用紙64上のトナー像を熱定着させることができる。また、ローラに限らずベルト状でもよく、熱定着に限らず圧力定着により定着させてもよい。

【0223】また、画像形成装置12は、図19では図示は省略したが、図21に示すように、媒体の搬送経路上で定着装置56の手前に搬送経路切替部材68が設けられている。この搬送経路切替部材68は、制御部60からの指示により、図中矢印F方向に回転され、媒体の搬送経路を変更する。搬送経路切替部材68は、媒体が記録用紙64の場合は制御部60からの指示により図21に示すように先端が上側に上がった位置とされる。これにより、記録用紙64は定着装置56の方向へ搬送される。一方、媒体が画像表示媒体10の場合は、制御部60からの指示により図中点線で示すように先端が下側に下がった位置とされる。これにより、画像表示媒体10は定着装置56を通過せず、上方へ搬送される。

【0224】また、搬送経路切替部材68を設けずに、図22に示すように、定着装置56を、記録用紙64と非接触であり、かつ高速に加熱の切替が可能な一対の熱



線70を用いてもよい。これにより、搬送される媒体が記録用紙64のときは熱線70を加熱して定着処理を行い、画像表示媒体10のときは熱線70の加熱をオフする。これにより、同一の搬送経路で記録用紙64及び画像表示媒体10を処理することができる。

【0225】また、現像装置50は、図23に示すように、図中矢印G方向へ制御部60からの指示により移動可能となっており、静電潜像担持体24から離間又は当接させることができるようになっていいる。これにより、記録用紙64への画像形成を行った後に画像表示媒体10の画像形成を行う場合においては、現像装置50を静電潜像担持体50から離間させることにより静電潜像担持体24にトナーが供給されてしまうことがない。従って、画像表示媒体10にトナーが付着するのを防ぐことができる。なお、現像装置50全体を移動させるのではなく、図24に示すように、現像ロール70のみを移動させるようにしてもよい(図中点線の位置)。

【0226】また、図25に示すように、現像ロール70の駆動を制御部60からの指示により駆動装置72によって停止させたり、図26に示すように現像ロール70を逆回転させ(図中矢印H方向)、せき止め部材74によりトナーが現像ロールへ供給されるのを停止させたり、図27に示すように、印加する電圧の極性を切りかえることができる電圧印加装置76を用いて、現像ロール70に静電潜像の電位と逆極性の電圧を印加したりすることによりトナーが静電潜像担持体24に供給されるのを防ぐようにしてもよい。

【0227】媒体検出センサ58は、制御部60と接続されている。媒体検出センサ58は、例えば通過する媒体に所定の光(例えば赤外光)を照射することにより反射された光を検出し、該検出された反射光の光量を検出して制御部60へ出力する。また、通過する媒体の重量を検出して制御部60へ出力するようにしてもよい。

【0228】制御部60では、媒体検出センサ58から出力された検出結果に基づいて画像を形成する媒体が画像表示媒体10であるか記録用紙64であるかの判断を行う。また、制御部60は、媒体に応じて各部の制御パラメータを決定し、この制御パラメータに従って各部を制御する。この制御パラメータには、例えば画像形成パラメータ、電界発生パラメータ、現像装置50を使用するか否か、定着装置56を使用するか否か、媒体の搬送経路等が含まれる。

【0229】次に、第10の実施の形態における作用として制御部60で実行される制御ルーチンについて図28を参照して説明する。

【0230】図28に示すステップ200では、媒体検出センサ58により媒体が検出されたか否かを判断する。媒体検出センサ58は、例えば通過する媒体に所定の光(例えば赤外光)を照射することにより反射された光を検出し、該検出された反射光の光量を検出して制御

部60へ出力する。

【0231】媒体が検出された場合にはステップ200で肯定され、ステップ202で媒体検出センサ58からの検出結果、すなわち反射光の光量値から搬送される媒体が画像表示媒体10であるか記録用紙64であるかを判断し、判断結果に応じて画像形成パラメータを決定する。この画像形成パラメータは、例えば電界発生パラメータ、現像装置の設定、搬送経路の設定、搬送速度、露光量等がある。

【0232】電界発生パラメータは、例えば、各部における印加電圧値等であり、搬送される媒体が画像表示媒体10の場合は、静電潜像形成部22、現像装置50、対向電極26の各部における印加電圧値、搬送される媒体が記録用紙64の場合は、静電潜像形成部22、現像装置50、転写装置52、クリーニング装置54の各部における印加電圧値等である。

【0233】現像装置の設定は、例えば、搬送される媒体が画像表示媒体10の場合には、例えば図23に示すように現像装置50を図中矢印G方向へ移動させ、静電潜像担持体24から離間させるようにする。また、媒体が記録用紙64の場合には、現像装置50を図中矢印G方向へ移動させ、静電潜像担持体24と当接させるようにする。

【0234】搬送経路の設定は、搬送される媒体が画像表示媒体10の場合には図20に示すように搬送経路切替部材68を図中矢印F方向へ回転させ、先端が下側に位置するようにする(図中点線の位置)。これにより、画像表示媒体10は、画像形成後に定着装置56を通過することなく上方へ搬送させることができる。また、搬送される媒体が記録用紙64の場合には、搬送経路切替部材68を図中矢印F方向へ回転させ、先端が上側に位置するようにする。これにより、記録用紙64を定着装置56側へ搬送させることができる。なお、この場合は定着ローラ66の加熱温度等も設定する。

【0235】そして、ステップ204で、画像形成処理を行う。すなわち、搬送される媒体が画像表示媒体10の場合には、第3の実施の形態で説明したように、静電潜像形成部22を制御して静電潜像担持体24上に静電潜像を形成させ、対向電極26にバイアス電圧を印加し、画像表示媒体10に画像を形成させる。また、搬送される媒体が記録用紙64の場合には、静電潜像形成部22を制御して静電潜像担持体24上に静電潜像を形成させ、現像装置50によりトナー現像させる。そして、転写装置52により記録用紙64にトナー像を転写させ、定着装置56により転写されたトナー像を定着させる。このようにして記録用紙64上に画像が形成される。

【0236】このように、媒体を自動的に検出し、検出した媒体に応じて画像形成処理を行うため、1つの装置で繰り返し使用可能な画像表示媒体10及び記録用紙6

4の画像形成を行うことができる。また、各媒体に応じて各種パラメータが設定され、これに応じて画像形成が行われるため、画質が劣化するようなこともない。

【0237】また、本実施の形態では、媒体を自動的に検出し、検出した媒体に応じて画像形成する場合を例に説明したが、ユーザにより画像表示媒体であるか画像記録媒体であるかをキーボードやマウス等の入力装置により手動で入力させ、この入力結果に応じて画像形成を行うようにしてもよい。

【0238】また、静電潜像形成部22の他の例として、前述した図10に示すようなイオン照射ヘッド41を用いてもよい。この場合、静電潜像担持体24としては導電性基体上に誘電体層を形成した誘電体ドラム24を使用することができる。

【0239】また、静電潜像形成部22の他の例として、図11に示すようなスタイラス電極43を用いてもよい。この場合、静電潜像担持体24としては導電性基体上に誘電体層を形成した誘電体ドラム24を使用することができる。

【0240】〔第11の実施の形態〕次に第11の実施の形態について説明する。第11の実施の形態では、画像表示媒体にカラー画像を形成する場合について説明する。

【0241】カラー画像を形成するための画像表示媒体10は、図29に示すように、前述した図9に示したようなセル構造の画像表示媒体10において、各セル37にイエロー（6Y）粒子106、マゼンタ（6M）粒子108、シアン（6C）110の着色粒子をそれぞれ予め定めた配置でセル37に封入されている。この画像表示媒体10を各色の画像信号に基づいて形成された静電潜像を担持する静電潜像担持体24と対向電極26との間を搬送させ、各セル37内の着色粒子が静電潜像の形成する電界に従って表示基板14側へ移動する。なお、各セル37共に白色粒子、又は黒色粒子が封入されていてもよい。ここでは、静電潜像担持体24上の各色の画像信号からなる静電潜像の位置と、画像表示媒体10の各色が内包されたセル37の位置を一致させることが重要となる。また、着色粒子の色は赤（R）、緑（G）、青（B）、黒（K）などを適宜加えて色再現域を調整するようにしてもよい。

【0242】また、特に黒（K）は、上記の帯電粒子の電界による移動に替えて、磁性黒色粒子を各セル37に他の着色粒子と共に封入し、画像信号に基づく磁気吸引力で表示基板14側へ移動して黒色表示させるようにしてもよい。この時、画像信号に基づく磁気吸引力は、例えば磁気スタイラスで与えることができる。

【0243】各セル37内の各色粒子は、画像形成を行う工程の前に第8の実施の形態で示した方法で同様に帯電することができる。

【0244】カラー画像の画像形成は、第7の実施の形

態で示した処理と基本的に同じであるが、本実施の形態では、カラー画像信号に基づいて各色毎の静電潜像を静電潜像担持体24上に1度に形成する。これにより、各色毎の静電潜像に従って画像表示媒体10の各セルに封入された各色の粒子が表示基板14側へ移動する。これにより、1回の画像形成工程でカラー画像を形成することができる。

【0245】ここで、例えばタンデム構成のカラープリンタでは、4つの感光体上に各色の画像を形成し、これを用紙上に4回重ねて転写するため、用紙上での各色の画素位置合わせが大きな問題となる。また、4サイクル1コピーの構成のカラープリンタでも、1つの感光体上に形成された各色の画像を、4回重ねて用紙上に転写するため、同様の問題がある。これに対して本発明では1回の画像形成工程で複数色の粒子を移動させてカラー画像を形成することができるため、画像表示媒体10上のセル37の画素位置と静電潜像の画素位置を1回合わせただけでよく、より容易にかつ高速にカラー画像を形成することができる。

【0246】以上の画像表示方法により上記画像表示装置で形成される画像表示媒体は、メモリー性のある書換え可能な掲示板、回覧版、広告、看板、点滅標識、電子ペーパー、電子新聞、電子書籍、複写機・プリンタと共用可能なテンポラリーシートなど多種多様な商品形態に使用することができる。

【0247】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、印加された電界により一対の基板間を移動可能に封入される、色及び帯電特性の異なる複数種類の粒子群を画像に応じて移動させて画像形成するので、繰り返し書き換えが可能となり、かつ表示画像コントラスト、安全性、応答性に優れる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第4の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図2】 印字電極の電極のパターンを示す図である。

【図3】 印字電極の概略構成図である。

【図4】 第5の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図5】 イニシャライザの概略構成図である。

【図6】 イニシャライザの概略構成図である。

【図7】 イニシャライザの概略構成図である。

【図8】 マトリックス電極の概略構成図である。

【図9】 画素電極の概略構成図である。

【図10】 イオン照射ヘッドの概略構成図である。

【図11】 スタイラス電極の概略構成図である。

【図12】 露光装置の概略構成図である。

【図13】 露光装置の概略構成図である。

【図14】 光ビーム走査装置による画像形成を説明するための図である。

【図15】 第9の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図16】 静電潜像担持体及び対向電極における電位を示す図である。

【図17】 画像表示媒体の他の例を示す図である。

【図18】 画像表示媒体の他の例を示す図である。

【図19】 第10の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図20】 第10の実施の形態における画像形成装置の変形例である。

【図21】 定着装置及び搬送経路切替部材の概略構成図である。

【図22】 定着手段を示す図である。

【図23】 現像装置の他の例を示す図である。

【図24】 現像装置を他の例を示す図である。

【図25】 現像装置を他の例を示す図である。

【図26】 現像装置を他の例を示す図である。

【図27】 現像装置を他の例を示す図である。

【図28】 制御部において実行される制御ルーチンのフローチャートである。

【図29】 カラー画像を表示可能な画像表示媒体を示す図である。

【図30】 第1の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図31】 第1の実施の形態における駆動電圧と表示濃度との関係を示す図である。

【図32】 第1の実施の形態における粒子面積率と表示濃度との関係を示す図である。

【図33】 第2の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図34】 画像表示媒体の他の例を示す図である。

【図35】 画像表示媒体の他の例を示す図である。

【図36】 画像表示媒体の他の例を示す図である。

【図37】 画像表示媒体の粒子移動の作用を示す図である。

【図38】 画像表示媒体の駆動電圧と表示濃度との関係を示す模式図である。

【図39】 画像表示媒体の他の作用を示す図である。

【図40】 第3の実施の形態における画像形成装置の概略構成図である。

【図41】 充填率と充填量との関係を示す線図である。

【図42】 黒粒子の投影面積率と表示濃度との関係を示す線図である。

【図43】 画像表示可能な粒子と基板の組み合わせについて説明するための表である。

【図44】 画像表示媒体における粒子の移動について説明するための図である。

【図45】 画像表示媒体における粒子の移動について説明するための図である。

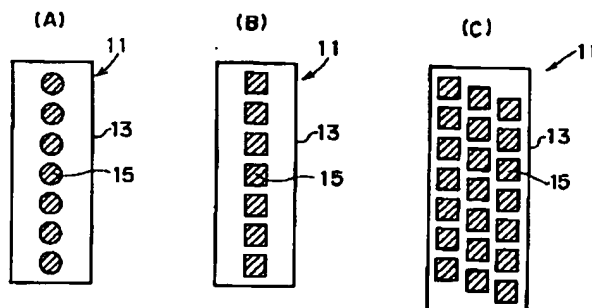
【図46】 画像表示媒体における粒子の移動について説明するための図である。

【図47】 画像表示媒体における粒子の移動について説明するための図である。

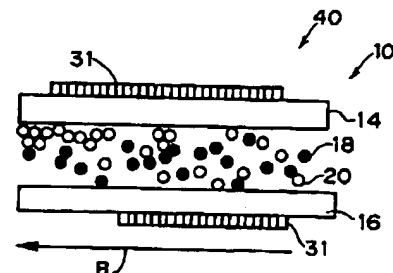
#### 【符号の説明】

10	画像表示媒体
11	印字電極
12	画像形成装置
14	表示基板
16	非表示基板
18	黒色粒子
20	白色粒子
22	静電潜像形成部
24	静電潜像担持体
26	対向電極
37	セル
38	スペーサ粒子
50	現像装置
52	転写装置
56	定着装置
58	媒体検出センサ
80	帯電装置
82	光ビーム走査装置

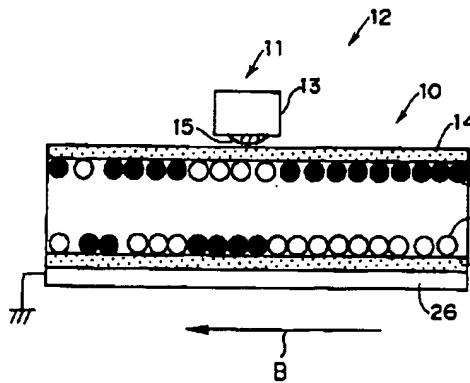
【図2】



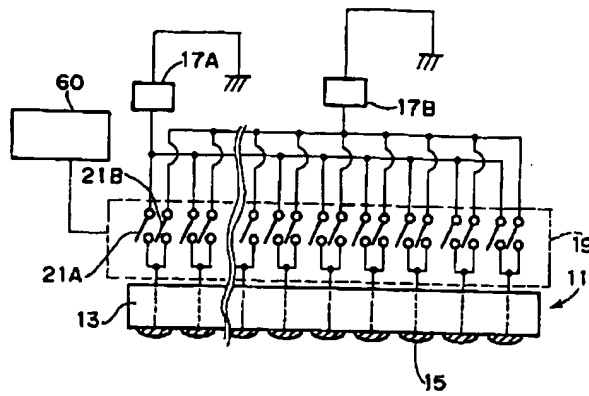
【図7】



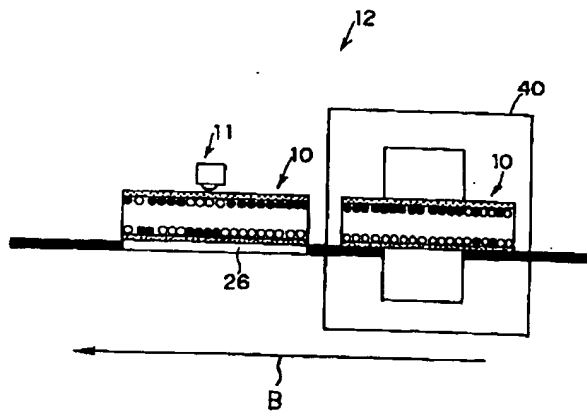
【図1】



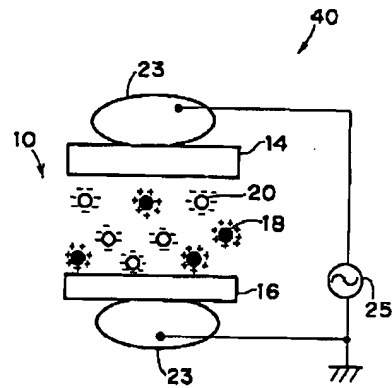
【図3】



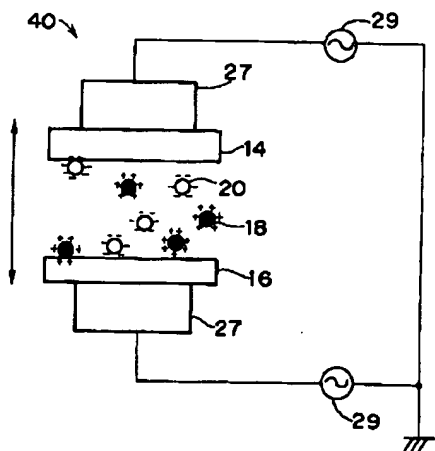
【図4】



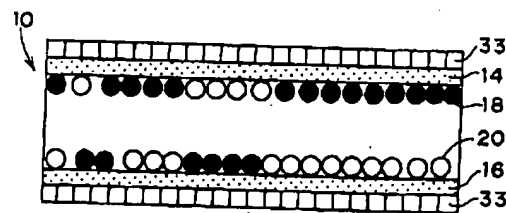
【図5】



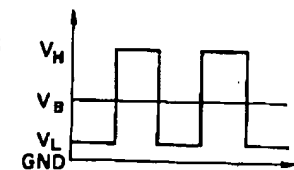
【図6】



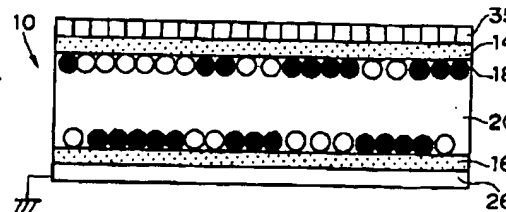
【図8】



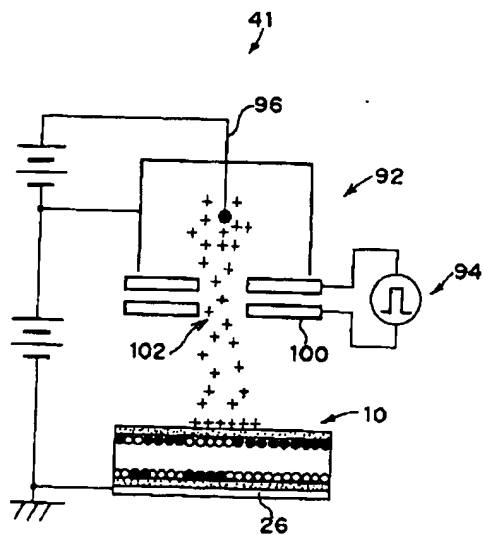
【図16】



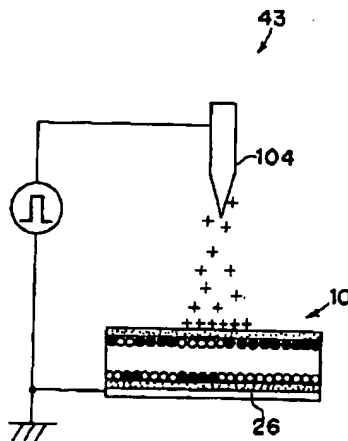
【図9】



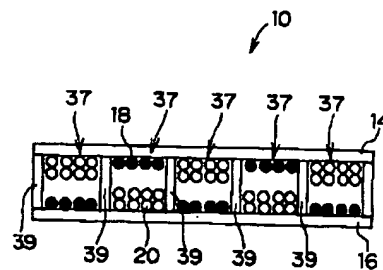
【図10】



【図11】

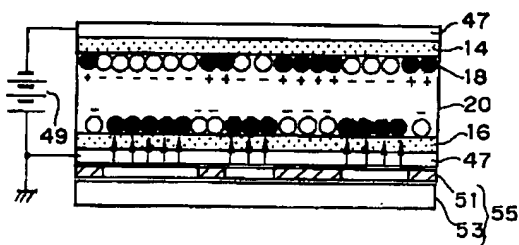
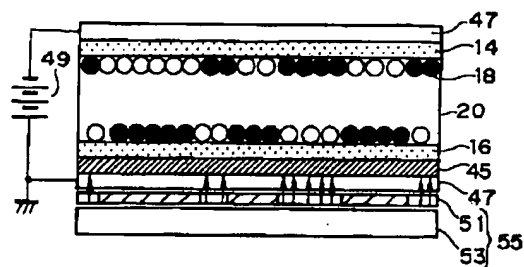


【図17】



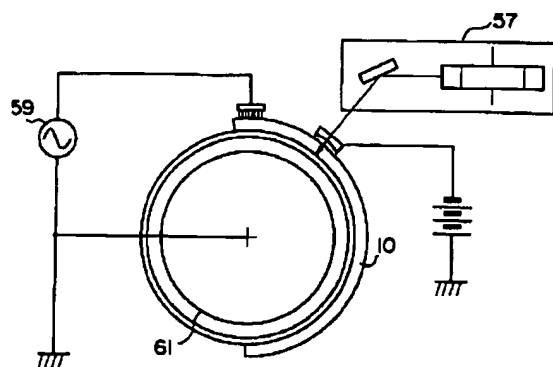
【図13】

【図12】

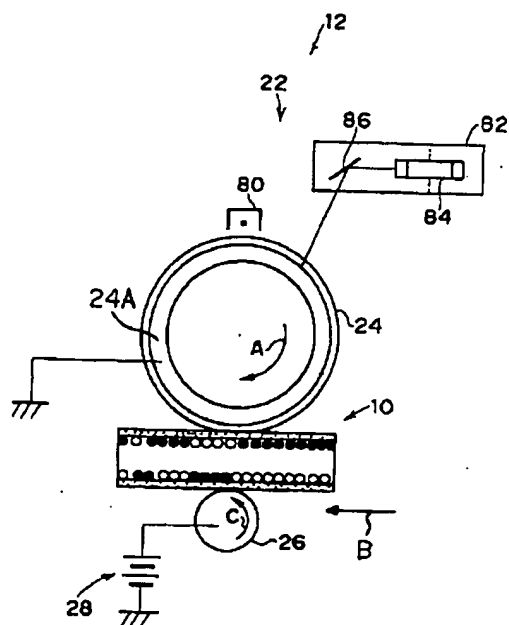
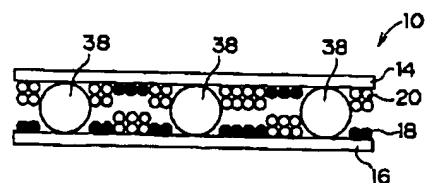


【図15】

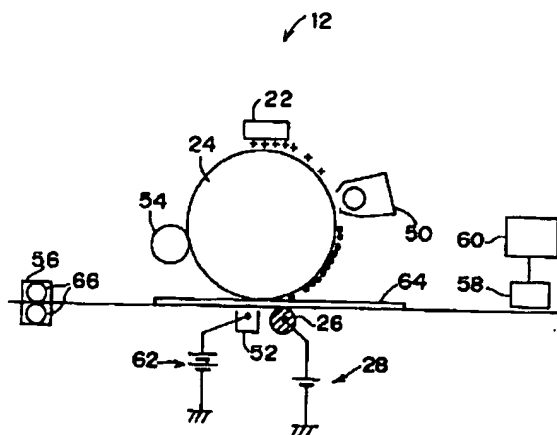
【図14】



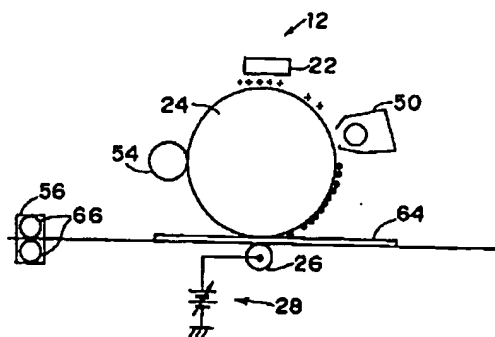
【図18】



【図19】

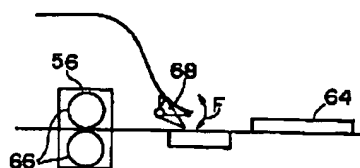


【図20】

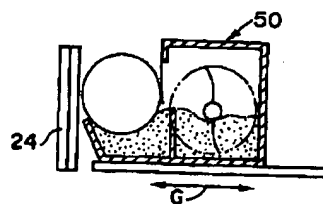
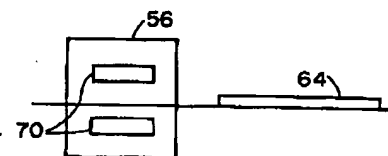


【図23】

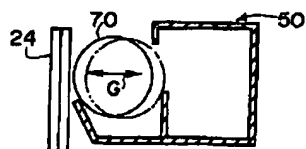
【図21】



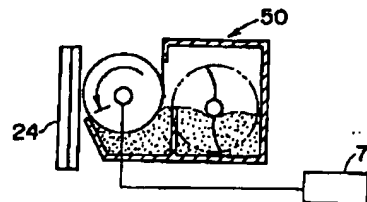
【図22】



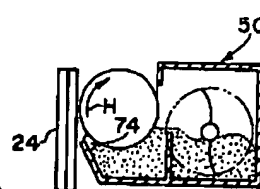
【図24】



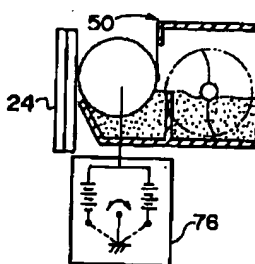
【図25】



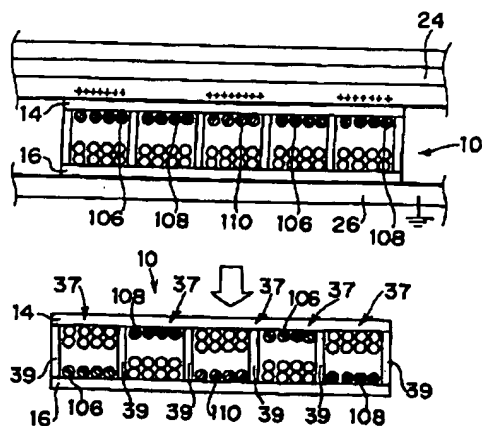
【図26】



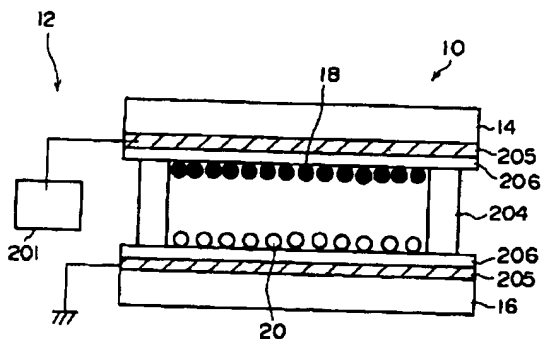
【図27】



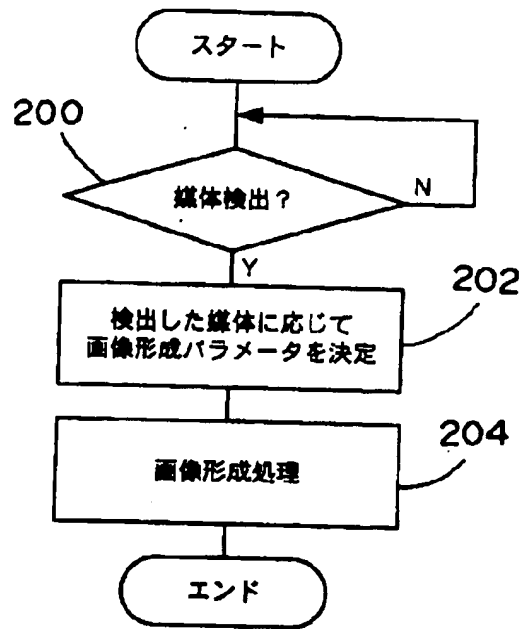
【図29】



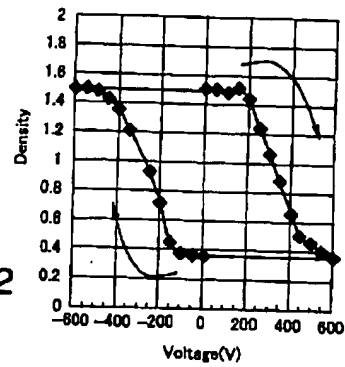
【図30】



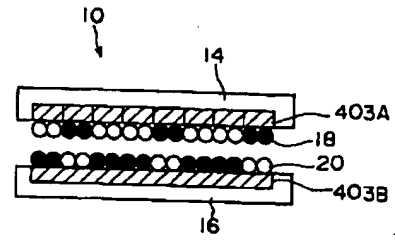
【図28】



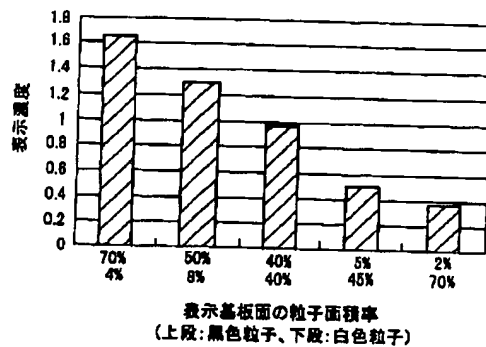
【図31】



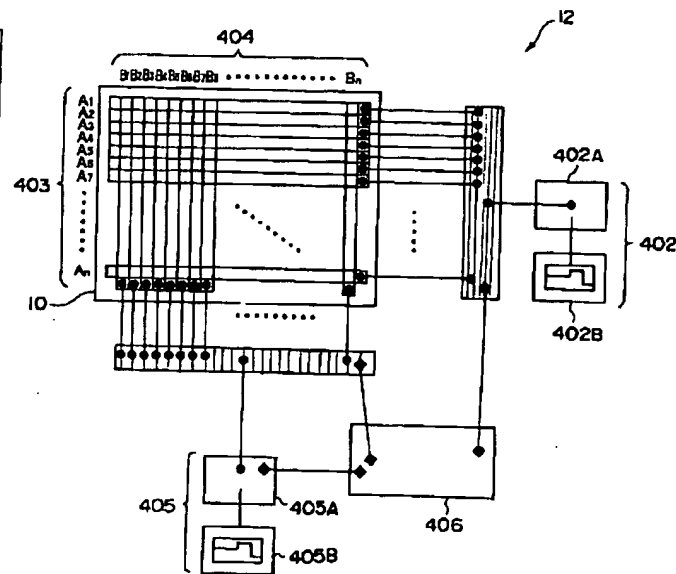
【図34】



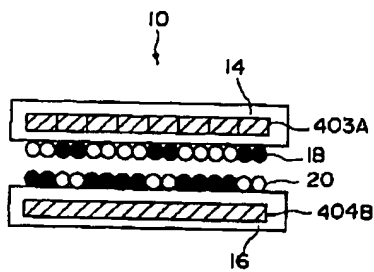
【図32】



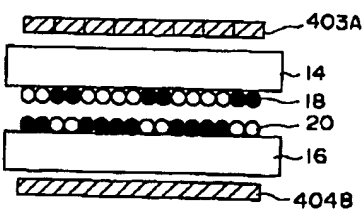
【図33】



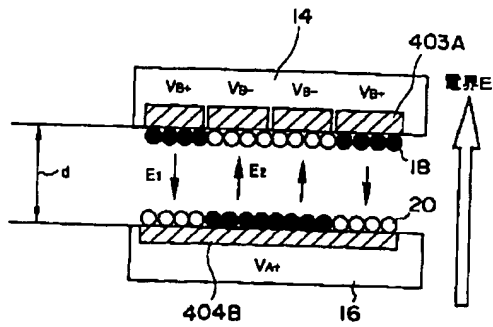
【図35】



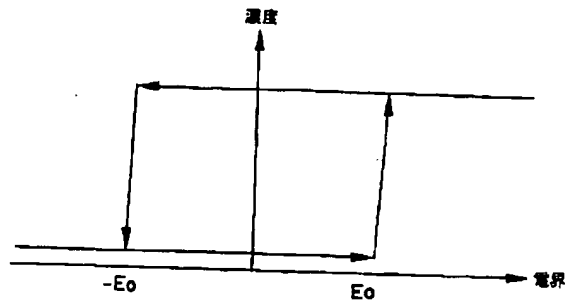
【図36】



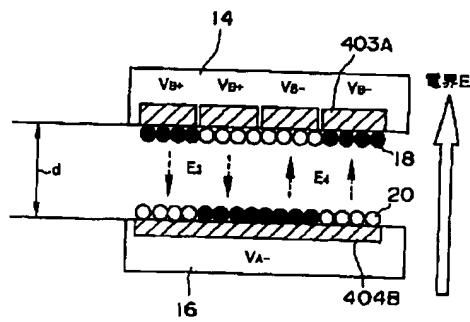
【図37】



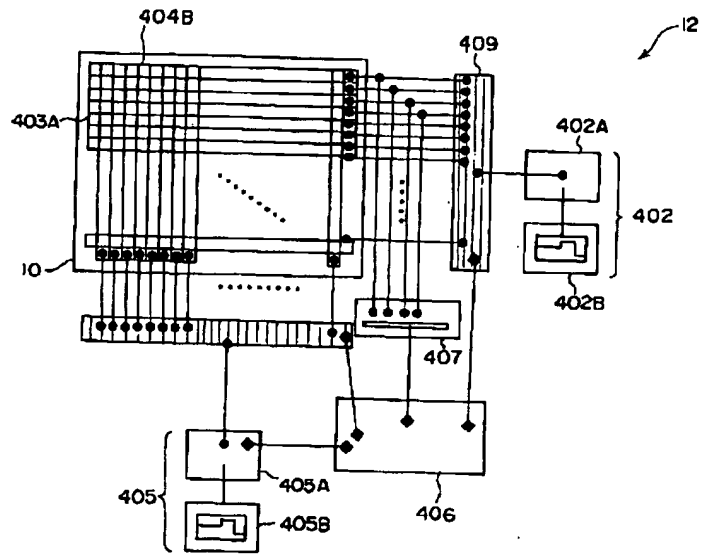
【図38】



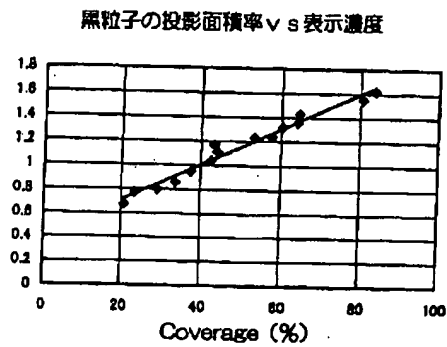
【図39】



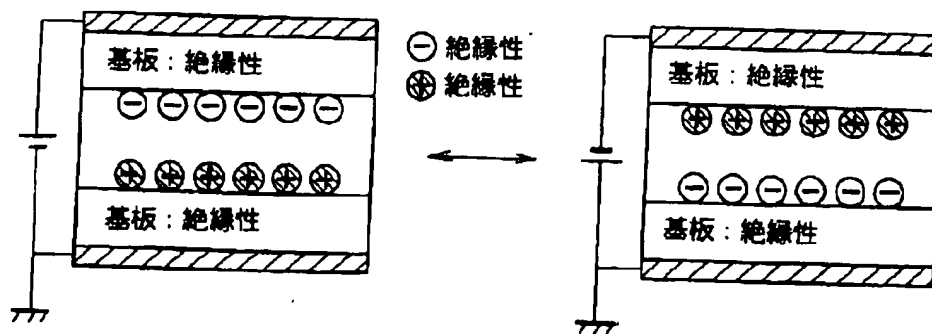
【図40】



【図41】

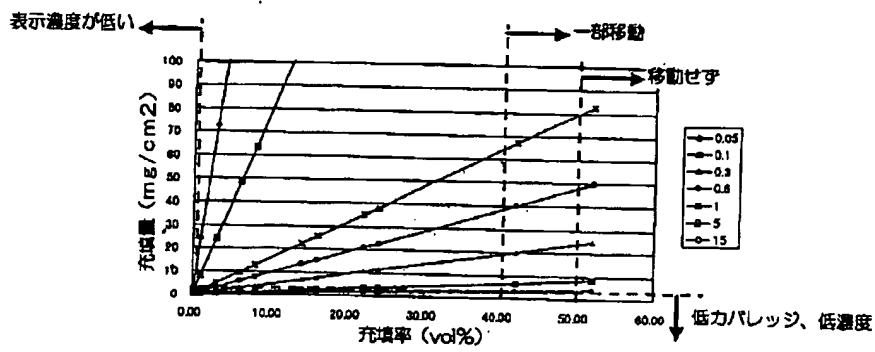


【図44】

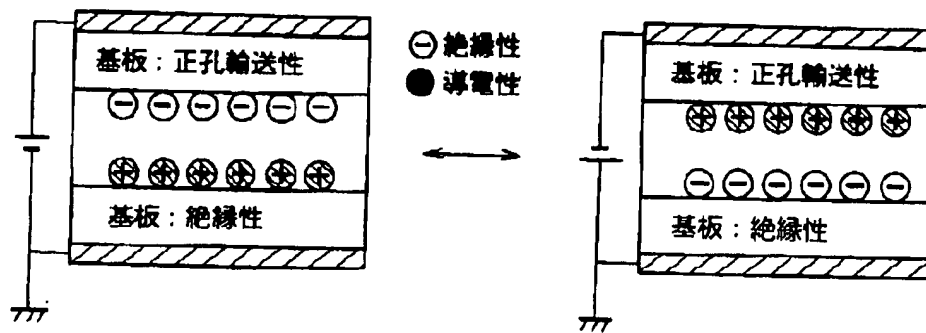




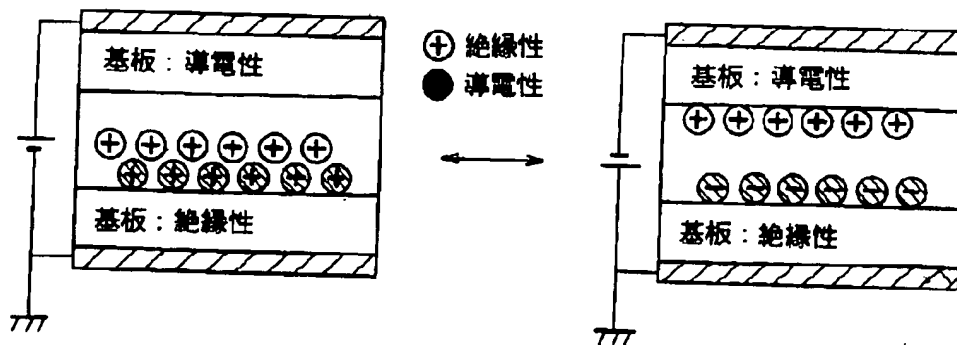
【図42】



【図45】



【図46】



【図43】

	基板1	導電性				正孔輸送性				電子輸送性		絶縁性
		導電性	正孔輸送性	電子輸送性	絶縁性	正孔輸送性	電子輸送性	絶縁性	正孔輸送性	電子輸送性	絶縁性	
粒子1	粒子2											絶縁性
絶縁性	絶縁性	A①	A①	A①	A①	A①	A①	A①	A①	A①	A①	A①
	正孔輸送性	B①	B①	B'①	B'①	B①	B'①	B①	B①	A①	A①	A①
	電子輸送性	B①	B'①	B'①	B'①	A①	B'①	A①	B①	B'①	B'①	A①
	導電性	B②	B③	B③	B'③	B①	B②	B'①	A①	A①	A①	A①
正孔輸送性	正孔輸送性											A①
	電子輸送性	C'①	C'①	C'①	C'①	B①	C'①	B①	B①	B'①	B'①	A①
	導電性	C②	C③		C'③		C②		B①	B'①	B'①	A①
電子輸送性	電子輸送性					A①		A①				A①
	導電性	C②		C③	C'③	B①	C②	B'①				A①
導電性	導電性											